



Università degli Studi di Pisa

FACOLTÀ DI LETTERE

Corso di Laurea Magistrale in Informatica Umanistica

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

**Progettazione e realizzazione di un'applicazione
per supporti tablet attraverso RDF e HTML5
come sussidio alle attività
di divulgazione e di didattica
nel Museo di Palazzo Reale di Pisa.**

Candidato:
Federica Orrù

Relatori:
Dott.Ing. Emanuele Ruffaldi
Dott.ssa Chiara Evangelista



Ai miei genitori, a Silvia e a te,
dolcissima creatura che stai per arrivare

Sommario

La presente tesi è stata svolta presso il Laboratorio PERCRO di Pisa. L'esigenza di questo lavoro nasce dal desiderio di dotare l'utente di un supporto di tipo tecnologico che lo accompagni durante la visita all'interno del Museo di Palazzo Reale di Pisa. L'obiettivo è stato quindi quello di realizzare un'applicazione, da utilizzare su supporti tablet, che fornisca una serie di informazioni riguardante i ritratti della famiglia dei Medici, così da regalare al visitatore un'esperienza il più completa possibile.

Si è trattato quindi di scegliere il linguaggio utilizzato per la costruzione del programma e il metodo di archiviazione delle informazioni, apprenderne il loro funzionamento, decidere il criterio di implementazione dei dati all'interno dell'applicazione, scrivere il codice nel linguaggio scelto, importare ed elaborare le immagini, inserire i contenuti, realizzare una fase di testing con conseguenti eventuali modifiche, eseguire una breve analisi su possibili ulteriori potenzialità da sviluppare in futuro.

La parte più complessa del lavoro è risultata essere l'inserimento dei dati all'interno dell'applicazione; infatti la scelta di utilizzare un'ontologia, al posto di un più comune sistema di archiviazione, ha reso ancora più difficile questa fase dell'elaborazione. Questo perché, a fronte degli innumerevoli e sostanziali vantaggi di una scelta di questo tipo, si è resa preliminarmente necessaria l'acquisizione di una profonda conoscenza dei suoi metodi applicativi.

Concludendo, il lavoro svolto può essere sintetizzato nelle seguenti fasi: definizione, sulla base delle richieste del direttore del Museo, del prodotto finale desiderato, selezione degli strumenti e delle tecnologie impiegate per la creazione dell'interfaccia, scelta della costruzione di un'ontologia anziché della immediata compilazione di un database, studio e approfondimento delle tecniche di applicazione, trasferimento della conoscenza all'interno del programma e, infine, elenco dei possibili sviluppi futuri.

Abstract

This thesis has been developed at PERCRO Laboratory in Pisa. The need of this work begins from the desire to equip the user with a technologic support which guides him during the visit inside the Museum of Palazzo Reale in Pisa. The final goal is to make an application for tablet devices, which gives many information about the portraits of the family of Medici, so the visitors could have an experience as complete as possible.

The main work steps were to choose the language used to build the program and the method to fill information, to learn how they work, to decide the criterion of data implementation inside the application, to write the code in the selected language, to import and to process the images, to insert the contents , to perform a testing phase with consequent possible changes, to carry out a short analysis about possible further potentials to develop in the future.

The most complex part of the work was to put the data inside the application; indeed the choice of using an ontology , instead of a more common filling system, has made this phase more complex. This because, against innumerable and essential advantages of this choice, the acquisition of a deep knowledge about its application methods has been necessary.

In conclusion, this work can be shortly summarized in these steps: definition, based on the Museum director requests, of the desired final product, selection of tools and technologies used to build the interface, study and elaboration of the application methods, transfer of knowledge inside the program and, at the end, list of possible future developments.

Ringraziamenti

Vorrei ringraziare la dott.ssa Chiara Evangelista e l'ing. Emanuele Ruffaldi per avermi guidata e aiutata nello sviluppo di questa Tesi, gli altri ragazzi tesisti del PERCRO grazie ai quali sono riuscita a ritrovare la tranquillità anche nelle giornate più buie.

Un ringraziamento particolare va ai miei genitori, Alessandro e Mirella, che mi hanno sempre incoraggiata e sostenuta nelle mie scelte e, soprattutto, hanno sempre creduto in me, a mia sorella Silvia, prima amica di vita, che ha sempre trovato parole positive per me, ai miei nonni, Dario e Piera, che hanno sempre gioito per ogni esame dato, e a Fabio, che mi ha sempre risollevata da terra nei momenti di difficoltà e che rappresenta un punto fermo nelle mie giornate.

Voglio infine ringraziare tutte le persone che hanno lasciato un segno in questa mia esperienza universitaria, a partire da Valentina, la mia affettuosa coinquilina, che mi ha fatto passare gli ultimi due anni in tranquillità e spensieratezza, Cristina, Clara e Sara che sono e saranno le mie dolcissime amiche, Carla, compagna di studi e di serate, che si è sempre fidata di me e che io ho sempre ammirato e infine Silvia, che con la sua forza e la sua carica mi ha sempre sostenuta.

Indice

Indice	v
Elenco delle figure	vii
Elenco delle tabelle	ix
Prefazione: Palazzo Reale	xi
Prefazione: Laboratorio PERCRO	xv
1 Obiettivo del lavoro	1
2 Organizzazione del lavoro	3
2.1 Raccolta dei materiali	3
2.2 Struttura dei dati	4
2.2.1 Struttura delle schede descrittive	5
2.3 Scelta del metodo di lavoro	38
2.4 Perché usare le ontologie?	39
2.5 Vantaggi delle ontologie	40
3 Approccio al lavoro	41
3.1 Web Semantico	41
3.1.1 Architettura	42
3.1.2 Obiettivi del Web Semantico	44
3.1.3 Rappresentazione della conoscenza	45
3.2 RDF[9]	46
3.2.1 RDF Data Model	46
3.2.2 Il modello dei dati in RDF	48
3.2.3 RDFS	48
3.3 Ontologia	49
3.3.1 Principali campi applicativi delle ontologie	50

3.4	Linguaggio OWL[10]	51
3.4.1	I profili di OWL	52
4	Protégé	53
4.1	Descrizione dell'applicazione	53
4.1.1	Layout	53
4.1.2	Creazione, modifica ed eliminazione	56
4.1.3	Esplorazione e visualizzazione	57
4.2	Lavoro con Protégé	58
4.2.1	Creazione delle classi	58
4.2.2	Creazione delle relazioni	59
4.2.3	Creazione degli individui	60
4.3	Grafì	61
4.4	SPARQL	61
4.4.1	Interrogazioni SPARQL in Protégé	64
5	Costruzione dell'interfaccia grafica	68
5.1	Impostazione dell'interfaccia con Photoshop	68
5.1.1	Creazione della home page	69
5.1.2	Costruzione della pagina contenente i ritratti	70
5.1.3	Costruzione delle pagina dedicate al museo e alle sale	71
5.2	Costruzione codice con HTML5 e CSS3	72
5.2.1	Creazione del codice della pagina principale dell'applicazione	74
5.2.2	Creazione del codice della pagina dei ritratti	77
5.2.3	Creazione del codice della scheda descrittiva del ritratto	86
5.2.4	Costruzione delle pagine del Palazzo e delle Sale	88
6	Implemetazione dell'RDF nell'HTML	93
6.1	SPARQL Endpoints	93
6.2	XAMPP e ARC2	97
6.3	Rendere visibili le immagini	100
6.4	Impiego di Spark con Javascript	100
7	Conclusioni	104
7.1	Sviluppi futuri	105
7.2	Riepilogo del lavoro svolto	105
A	HTML5	107

B CSS3	110
Bibliografia	112

Elenco delle figure

1	Vista del Museo di Palazzo Reale di Pisa	xi
2.1	Struttura dei dati	4
2.2	Anna Maria Luisa de' Medici accanto al marito defunto, Jan Frans van Douven, Olio su tela, XVIII sec.	5
2.3	Ritratto del cardinale Ferdinando de' Medici, Alessandro Allori, Olio su tavola, 1587	7
2.4	Ritratto del granduca Cosimo I de' Medici, Justus Sustermans, Olio su tela, XVII sec.	8
2.5	Ritratto del granduca Cosimo II de' Medici, Copia da Justus Sustermans, Olio su tela, XVII sec.	12
2.6	Ritratto di Cosimo III, Autore ignoto, Olio su tela, XVIII sec. . .	13
2.7	Ritratto di Cristina di Lorena, Copia da Santi di Tito, Olio su tela, XVII sec.	16
2.8	Ritratto di Eleonora di Toledo col figlio Francesco, Agnolo di Cosimo detto Bronzino, Olio su tavola, 1549	18
2.9	Ritratto del Granprincipe Ferdinando de' Medici, Autore ignoto, Olio su tela, XVIII sec.	21
2.10	Ritratto del Granduca Ferdinando I de' Medici, Copia da Justus Sustermans , Olio su tela, XVII sec.	22
2.11	Ritratto di Ferdinando II de' Medici granduca di Toscana in armatura, Attribuito a Justus Sustermans , Olio su tela, 1590-1610 circa	26
2.12	Ritratto di Ferdinando III di Lorena, Giovanni Battista Tempesti , Olio su tela, fine XVIII sec.	28
2.13	Ritratto di Francesco I di Lorena, Giovanni Domenico Ferretti , Olio su tela, XVIII sec.	29
2.14	Ritratto di Leopoldo II, Giuseppe Bezzuoli , Olio su tela, XVIII sec.	31
2.15	Ritratto di Pietro Leopoldo, Vincenzo Giuria, copia da Raphael Mengs , Olio su tavola, seconda metà del XVIII sec.	34

2.16	Ritratto di Violante Beatrice di Baviera, autore ignoto, Olio su tela, XVIII sec.	36
2.17	Ritratto di Vittoria della Rovere, autore ignoto, Olio su tela, XVIII sec.	38
3.1	Struttura del Web Semantico[18]	43
3.2	Esempio grafo RDF	47
4.1	Schermata Iniziale di Protégé	54
4.2	Pannello delle Entities	55
4.3	Pannello delle Data Properties	56
4.4	Classi dell'ontologia	59
4.5	Pannello delle relazioni dell'ontologia	60
4.6	Grafo delle classi dell'ontologia	62
4.7	Grafo della classe Personaggi	62
4.8	Grafo della classe Opera	62
5.1	Textures per lo sfondo dell'interfaccia	69
5.2	Prove dell'interfaccia	70
5.3	Scheda del ritratto	71
5.4	Pagina principale dell'applicazione	78
5.5	Pagina che contiene tutti i ritratti	85
5.6	Pagina della descrizione del Palazzo	92
5.7	Pagina della descrizione delle Sale	92
6.1	Fasi dell'implementazione	93

Elenco delle tabelle

4.1	Relazione tra Pittori e Personaggi	66
-----	--	----

Palazzo Reale

A partire dal 1583 il granduca Francesco I volle costruire a Pisa una nuova residenza medicea da sfruttare durante i freddi inverni fiorentini, in una strategica collocazione sul Lungarno. L'intervento fu progettato da Bernardo Buontalenti che inglobò nella nuova costruzione le casetorri delle consorterie pisane dei Dodi, dei Gaetani e dei Gusmani e la torre della Verga d'Oro, splendido affaccio sulla città visitabile su richiesta.



Figura 1: *Vista del Museo di Palazzo Reale di Pisa*

Il palazzo e il museo. Lo scenografico scalone monumentale che conduce al piano nobile fu costruito in epoca lorenese insieme al collegamento su via Santa Maria per il palazzo delle Vedove e al passaggio aereo per la chiesa palatina di San Nicola. Per dare spazio a nuovi volumi fu però eliminato il giardino mediceo con le sue piante di agrumi. Ai successivi interventi ottocenteschi risalgono le decorazioni a monocromo della sala del Museo che ospita le antiche armature del Gioco del Ponte e la decorazione della Sala Ottagonale al piano terra.

L'allestimento del Museo, iniziato nel 1989, mira a ricreare lo scenario della quotidianità e della rappresentatività sovrana, anche attraverso gli arredi storici che fanno da cornice alle opere d'arte provenienti dalle collezioni dei Medici, dei Lorena e dei Savoia e da donazioni private.

Il patrimonio museale permette di cogliere le caratteristiche della produzione artistica laica, dalla fine del Cinquecento al Novecento, realizzata o collezionata per Pisa dalle famiglie regnanti e dai suoi cittadini.

Le collezioni tessili. Il Museo vanta un patrimonio di grande prestigio consistente in oltre trenta 'panni' (arazzi), molti dei quali attualmente in restauro.

Gli arazzi svolgevano un'importante funzione di propaganda culturale poiché in essi la possibilità di glorificazione ed esaltazione del potere si coniugava alla facilità di spostamento. Con questo scopo, oltre a quello puramente estetico, gli arazzi venivano esposti sia all'esterno che all'interno degli edifici durante le cerimonie.

L'*Annibale ferito* è uno straordinario esempio di arazzo seicentesco prodotto dalla manifattura Geubels di Bruxelles. La tradizione fiamminga fu sempre apprezzata dai Medici sia prima che dopo la costituzione di un'arazzeria a Firenze, che operò dal 1545 al 1747.

Su commissione di Cosimo I, tessitori italiani, seguendo il cartone del pittore fiammingo Giovanni Stradano, realizzarono, tra il 1571 e il 1574, *Lorenzo il Magnifico che incoraggia le arti*, arazzo della serie delle *Storie di Lorenzo*, inizialmente esposta nelle stanze a lui dedicate in Palazzo Vecchio.

Anche l'abbigliamento rivestiva un ruolo cruciale nel sistema di simboli di cui il potere si avvaleva e la moda aulica contribuiva alla creazione dell'immagine della famiglia granducale. L'abito rosso cremisi, riconducibile al guardaroba della granduchessa Eleonora di Toledo e attribuibile agli anni '50 del XVI secolo, è uno straordinario capolavoro di arte sontuaria e un raro esempio di veste musealizzata per quest'epoca.

Le collezioni di Corte. Nella sale del Museo sfilano i ritratti delle famiglie che hanno animato le stanze del palazzo: prima i granduchi Medici e Lorena, e poi i Savoia, sovrani del Regno d'Italia, che lasciarono al palazzo il titolo reale. Il pennello abile e attento dei pittori di corte, che descrivono dettagli e traducono in immagine la preziosità e la raffinatezza di stoffe e gioielli, ci parla del lignaggio e del ruolo sociale del personaggio, ma per traslato promuove il lavoro delle manifatture artigianali che lavoravano e proliferavano nel territorio granducale. Ed ecco che l'immagine di *Eleonora di Toledo con il figlio Francesco*, ritratta dal

Bronzino si fa mezzo promozionale del gusto della corte e della sapiente produzione manifatturiera toscana.

Dello stesso secolo è presente anche *Il Cardinale Ferdinando* del pittore di corte Alessandro Allori, ritratto che coglie il personaggio poco prima della sua nomina a granduca.

I ritratti ovali muliebri, collocati nel registro superiore delle sale, appartenevano alla collezione di Violante di Baviera, moglie del Gran Principe Ferdinando de' Medici, lui stesso collezionista appassionato dei pittori suoi contemporanei come Giuseppe Maria Crespi del quale si può ammirare *La pulce*, nella sala della Corte.

Nella stessa sala campeggia il sontuoso ritratto del primo granduca Lorena, nonché imperatore d'Austria, *Francesco Stefano* di Giovanni Domenico Ferretti, cui si affianca l'immagine sobria del figlio Pietro Leopoldo, uomo di governo abile e illuminato; infine si osservino i ritratti dei re d'Italia Vittorio Emanuele II e Umberto I entrambi in divisa militare.

I Quadroni per il Duomo. L'incendio della cattedrale del 1596 danneggiò completamente l'arredo esistente al suo interno. A partire dai primi anni del Settecento la città promosse un capillare intervento di restauro che prevedeva anche la realizzazione di nuovi apparati decorativi. Si decise di commissionare grandi quadri per le navate laterali del duomo che celebrassero i santi pisani. Gli artisti scelti per realizzare tali opere non dovevano in alcun modo avere legami con la committenza fiorentina, e questo per ribadire l'assoluta autonomia culturale di Pisa nei confronti di Firenze.

L'impresa fu finanziata dal Negozio dei parati di San Ranieri che, affittando o vendendo stoffe e paramenti liturgici, incassava il denaro necessario al pagamento delle commissioni.

In una sala del Museo è possibile ammirare i bozzetti che venivano sottoposti ad approvazione prima di essere realizzati in formato più grande e collocati in duomo.

Le collezioni private. La presenza a Pisa di un'Accademia di Belle Arti che aiutasse e istruisse i giovani a intraprendere la carriera artistica stimolò molti cittadini a donare parti o intere collezioni di loro proprietà. Le opere si caricavano così di una valenza nuova: da mezzo di godimento privato a spunto di riflessione per gli studenti e punto di partenza per la costituzione di un'identità culturale civica.

Per tali motivi arrivarono nelle collezioni pubbliche i ritratti dei nobili pisani Del Testa e la donazione Passerini, nobile famiglia cortonese con antichi legami

di amicizia con i Medici, collezione che accoglieva tra l'altro *Rebecca al pozzo* del Rosso Fiorentino; si aggiunsero anche la donazione Perugia con le battaglie navali dello Smargiasso, la donazione Ciabattini con un significativo *San Francesco* del Cigoli e la Upezzinghi con *Amor sacro e amor profano* attribuita in passato a Guido Reni.

Frutto di un sequestro è il nucleo di opere appartenente alla famiglia Schiff-Giorgini di cui faceva parte la tavola del *Miracolo degli impiccati* attribuita al giovanissimo Raffaello e la tavola a fondo oro con *Madonna e bambino* firmata e datata da Giusto de' Menabuoi.

Il fenomeno delle donazioni e dei lasciti non si è quasi mai arrestato e negli anni più recenti ha condotto nel Museo non solo le opere della famiglia Gioli, tra cui il *Il nonno cieco* di Francesco Gioli, la gipsoteca e la quadreria di Italo Griselli, pittore e scultore toscano di inizio Novecento, ma anche opere di Spartaco Carlini, Galileo Chini e Gianni Bertini.

La collezione Ceci. Insigne chirurgo e docente all'Università di Pisa nei primi anni del Novecento, Antonio Ceci iniziò a collezionare opere d'arte a partire dal 1893. Nella sua villa pisana nascosta tra i fiori e il verde riunì un vero e proprio dovizioso museo non lasciando libero un palmo di parete: oltre 220 dipinti risalenti al periodo tra il XV e il XX secolo, bronzetti, miniature, ceramiche, porcellane giapponesi, monete, avori e arredi in stile Boulle. Morto senza lasciare eredi nel 1920, seguendo le volontà espresse nel suo testamento, la collezione fu divisa tra Pisa ed Ascoli Piceno, sua città natale. La distribuzione delle opere fu equa ed armonica sia per quantità che per qualità, ad eccezione della collezione di oltre duecento miniature, interamente destinata a Pisa, e dei dipinti ottocenteschi tutti inviati ad Ascoli.

La ricca quadreria esposta a Pisa rivela la predilezione del Ceci per opere fiamminghe e dipinti del Seicento genovese, facilmente reperibili sul mercato d'arte del capoluogo ligure, dove aveva vissuto per dieci anni. Ne sono straordinari esempi *La Kermesse di San Giorgio*, copia antica da Pieter Bruegel e *La Benedizione di Giacobbe* di Bernardo Strozzi.

L'eterogeneo gusto del Ceci, che ricercava nelle opere bellezza e preziosità, fa comparire nella sua collezione opere del Quattrocento a soggetto religioso, come la *Madonna con Bambino* e *Santa Caterina d'Alessandria* di Francesco Raibolini detto il Francia o l' *Incoronazione della Vergine* a fondo oro di Michele di Matteo, poste a fianco di opere a soggetto profano di epoche successive.

PERCRO

Il Laboratorio PERCRO (*Laboratory of Perceptual Robotics*), fondato nel 1991, è parte dell'Istituto di Comunicazione, Informazione e Tecnologie Percettive della Scuola Sant'Anna di Pisa.

Le opportunità di innovazione derivano dalla collaborazione degli esseri umani con l'ambiente intelligente esterno che caratterizza la società moderna. Questo ambiente reattivo e arricchito è incarnato in diverse forme, come, ad esempio, veicoli, dispositivi, ambienti virtuali, applicazioni, ecc. L'ambiente esibisce delle capacità che vanno oltre i limiti umani. Per renderle fruibili e migliorare la qualità della nostra vita e del nostro lavoro, gli apparecchi tecnologici devono essere guidati dall'uomo nel modo più naturale e intuitivo possibile, lasciando la macchina con un appropriato livello di autonomia.

L'obiettivo principale del PERCRO è quello di progettare una naturale interazione con l'ambiente tecnologico, migliorando la tradizionale interfaccia uomo-macchina con il senso della vista e dell'udito. Concependo e sviluppando quindi tecnologie e concetti di interazione avanzati per migliorare la comunicazione tra gli umani e gli ambienti esterni reattivi, con una speciale attenzione agli ambienti virtuali e ai sistemi di tele-robotica.

Capitolo 1

Obiettivi del lavoro

Il Museo di Palazzo Reale di Pisa conserva una collezione di arredi e dipinti che appartengono all'epoca dei Medici e a quella dei Lorena.

Il laboratorio PERCRO collabora da diversi anni con la Sovrintendenza ai Monumenti e Gallerie di Pisa e Gallerie per la creazione di applicazioni multimediali per la valorizzazione di beni culturali.

Il Museo ad oggi non possiede nessuno strumento multimediale ed è volontà della Sovrintendenza arricchirlo con vari tipi di interventi che riprogettino la fruibilità degli spazi sia in termini fisici che tramite supporti multimediali.

Un primo progetto è oggetto di questa tesi e si tratta dello sviluppo di una applicazione interattiva con lo scopo di affiancare i visitatori nel percorso delle sale dedicate ai ritratti dei personaggi della famiglia dei Medici.

Nel museo le varie opere sono sprovviste delle etichette descrittive, di conseguenza il visitatore non ha alcun tipo di informazione e può non sapere cosa stia osservando, a meno che non sia affiancato da una guida esperta.

Una prima ipotesi è stata quella di introdurre delle postazioni fisse nelle sale del Museo, ma questa soluzione non era del tutto soddisfacente, perché i visitatori sarebbero stati obbligati a leggere le informazioni relative ai vari quadri in una posizione distante dall'opera. Un altro elemento non trascurabile riguardava il fatto della consultazione delle informazioni che avrebbe potuto coinvolgere un numero ridotto di persone alla volta.

Date queste considerazioni si è scelto di sviluppare l'applicazione per supporti mobili.

I vantaggi di questa soluzione possono essere così sintetizzati:

- l'utente ha maggiore libertà di movimento e può spostarsi all'interno delle sale senza dover ritornare alla postazione fissa per reperire le informazioni necessarie;

- i ritratti possono essere consultati anche in ordine sparso, senza che l'utente segua un ordine ben preciso, a seconda della curiosità e piacere dell'utente.

Come caso studio si è scelta una soluzione basata su Tablet. Il Tablet che sarà preso in considerazione dal Museo per contenere l'applicazione è il Google Nexus 7, uscito in Italia a Settembre 2012. Il dispositivo ha una risoluzione di 1280x800 pixels (come la maggior parte dei tablet in commercio), ha una buona autonomia, la batteria dura circa dalle otto alle dieci ore e ha un'ottima portabilità, con un peso di 340 grammi. Questi ultimi sono due componenti da tenere in considerazione per l'utilizzo che ne verrà fatto.

Capitolo 2

Organizzazione del lavoro

2.1 Raccolta dei materiali

Il museo si è occupato della selezione dei ritratti da introdurre nell'applicazione e dell'organizzazione dei materiali.

I ritratti scelti sono in tutto sedici e rappresentano i seguenti personaggi:

- Anna Maria Luisa;
- Cardinale Ferdinando;
- Cosimo I;
- Cosimo II;
- Cosimo III;
- Cristina di Lorena;
- Eleonora di Toledo;
- Granduca Ferdinando;
- Ferdinando II;
- Ferdinando III;
- Francesco I;
- Gran Principe Ferdinando;
- Leopoldo II;

- Pietro Leopoldo;
- Violante di Baviera;
- Vittoria della Rovere.

Per ogni ritratto è stata fornita una foto e compilata una scheda descrittiva che contiene i dati relativi all'opera, al personaggio, al pittore e vari approfondimenti. Questi ultimi comprendono ulteriori ritratti o avvenimenti ed episodi di carattere politico e sociale riguardanti il personaggio in questione. Sono tutte informazioni che sono state inserite all'interno dell'applicazione.

Inoltre l'applicazione prevede anche una pagina dedicata alla storia di Palazzo Reale e anche queste informazioni sono state reperite dal museo.

2.2 Struttura dei dati

Come detto nel paragrafo precedente, è stato deciso che per ogni ritratto devono essere riportate informazioni che riguardano l'opera, il personaggio rappresentato in essa, il pittore e gli approfondimenti.

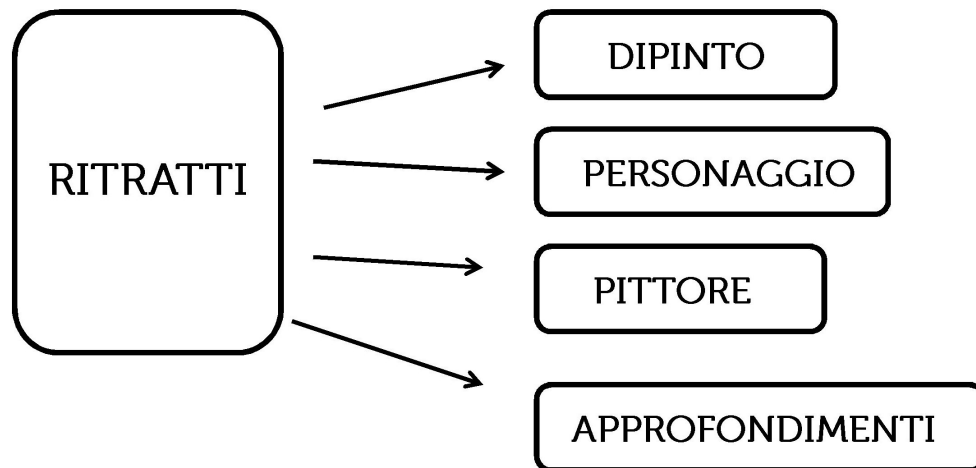


Figura 2.1: *Struttura dei dati*

Questa decisione parte dal desiderio di fornire all'utente più informazioni possibili, non soffermandosi solo su quelle che riguardano il ritratto stesso; l'intento è quello di trasmettere, a chi utilizza l'applicazione, una conoscenza circa il periodo storico, attraverso gli approfondimenti, che possono essere sotto forma di immagini o informazioni testuali che riguardano da vicino il personaggio e l'epoca in cui egli è vissuto, oppure possono riferirsi alla vita e alle vicende dei vari pittori.

Tutto questo è stato realizzato con lo scopo di lasciare ai visitatori del Museo di Palazzo Reale un bagaglio culturale e artistico.

La strutturazione dei dati realizzata in questa modalità ha permesso di procedere nella scelta di specifiche tecnologie e metodi applicativi per lo sviluppo del lavoro. Tutto questo sarà mostrato nei capitoli successivi.

2.2.1 Struttura delle schede descrittive

Di seguito vengono riportate le schede descrittive, in ordine alfabetico, per mostrare la loro struttura; i contenuti che si trovano in esse sono stati rielaborati e riscritti per poter essere inseriti all'interno dell'applicazione.

Nella parte della scheda dedicata agli *Approfondimenti*, saranno presenti ulteriori ritratti dei personaggi che non erano previsti nell'applicazioni, ma che sono stati inseriti con l'idea di voler arricchire il patrimonio artistico dell'utente.

Anna Maria Luisa de' Medici

- **Il dipinto.** In questo quadro di piccole dimensioni, Anna Maria Luisa è raffigurata in abito vedovile accanto alle spoglie del marito defunto. Si narra che la stessa Anna Maria Luisa, a colloquio con Giuseppe Bianchi, conservatore della Galleria degli Uffizi, gli avesse spiegato il significato del gesto da lei fatto mentre era in posa. Indicando l'orologio da tavolo al suo fianco, voleva ricordare le sedici ore di veglia che fece alle spoglie del consorte. L'opera fa pendant con il quadro, in cui ritroviamo i coniugi in posa, presente a fianco nella stessa sala.



Figura 2.2: *Anna Maria Luisa de' Medici accanto al marito defunto, Jan Frans van Douven, Olio su tela, XVIII sec.*

- **Il personaggio.** Secondogenita di Cosimo III e Margherita Luisa d'Orleans, Anna Maria Luisa sposò a ventitré anni Giovanni Guglielmo di Sassonia, l'Elettore Palatino, di trent'anni più grande. Sebbene fosse nato come un matrimonio combinato, i due si amarono molto ed Anna Maria Luisa tornò a Firenze solo dopo la morte del marito nel 1716. Qui morirà senza eredi nel febbraio del 1743.
- **Il pittore.** Avviato alla carriera di pittore sotto la supervisione di Gabriel Lambertin, che aveva a sua volta studiato a Roma, Jan Frans van Douven trascorse tre anni alla corte di Carlo II di Spagna, copiando i capolavori dei pittori romani. Dal 1682 divenne pittore ufficiale dell'Elettore Palatino e della sua seconda moglie Anna Maria Luisa de' Medici. Per loro realizzò le Scene della vita di Corte a Dusseldorf, raffiguranti momenti di vita quotidiana dei due coniugi.
- **Apprendimenti.**
 - **Il patto di famiglia.** La prematura morte del figlio maggiore Ferdinando e la pessima condotta del più piccolo Gian Gastone, unico legittimato al trono secondo le leggi vigenti, portarono Cosimo III a far approvare dal Senato fiorentino una nuova norma che permettesse ad Anna Maria Luisa di prendere in mano il potere. Ma in Europa ormai i giochi erano fatti: il Granducato sarebbe stato assegnato ai Lorena. Anna Maria Luisa non poté nulla contro queste decisioni, ma riuscì a far approvare nel 1737 il cosiddetto Patto di Famiglia che, cedendo i tesori di famiglia alla città di Firenze, vietava di fatto ai Lorena di 'levare fuori della Capitale e dello Stato del Granducato ... Gallerie, Quadri, Statue, Biblioteche, Gioie ed altre cose preziose... della successione del Serenissimo GranDuca, affinché esse rimanessero per ornamento dello Stato, per utilità del Pubblico e per attirare la curiosità dei Forestieri'.
 - **Altri ritratti di Anna Maria Luisa.**

Cardinale Ferdinando

- **Il dipinto.** Il dipinto, eseguito nel 1587, ritrae Ferdinando de' Medici nella veste cardinalizia, che a breve avrebbe tolto per indossare gli abiti del granduca, a lui più confacenti. Si noti il particolare della finestra che si apre su un paesaggio alle spalle della figura, ripreso dalle pitture ad affresco realizzate da Paul e Mattijs Brill, nella Torre dei Venti in Vaticano, solo



Figura 2.3: *Ritratto del cardinale Ferdinando de' Medici, Alessandro Allori, Olio su tavola, 1587*

pochi anni prima. Il ritratto fu eseguito dall'allievo di Agnolo Bronzino, Alessandro Allori, pittore ufficiale della corte medicea.

- **Il personaggio.** Penultimo dei dieci figli avuti dal granduca Cosimo I ed Eleonora di Toledo, Ferdinando fu costretto dalla strategia politica della famiglia a vestire nel 1562 la porpora cardinalizia in seguito alla morte del fratello Giovanni, già cardinale in giovanissima età. Avere in famiglia un cardinale consentiva ai Medici di esercitare influenze e godere di buoni rapporti con la corte papale.
- **Il pittore.** Il ritratto fu eseguito dall'allievo di Agnolo Bronzino, Alessandro Allori: nato dallo spadaio Cristofano di Lorenzo e da Dianora Sofferoni, entrò ancora bambino nella bottega dell'amico di famiglia Agnolo Bronzino. Già a quattordici anni era autonomo aiuto del suo maestro il quale, secondo la testimonianza di Vasari, lo trattò sempre come figlio, piuttosto che come allievo. Divenuto pittore ufficiale della corte medicea, eseguì per lo Studiolo di Francesco I in Palazzo Vecchio i dipinti raffiguranti la *Pesca delle perle* e il *Convito di Cleopatra*; decorò il Palazzo Medici in via Larga, il salone della villa di Poggio a Caiano (1579-1582), i soffitti del Corridoio di Levante della Galleria degli Uffizi e le salette attigue (1581). Fu apprezzato ritrattista: suoi sono molti i ritratti di Isabella de' Medici, sorella di Ferdinando, e di Bianca Cappello, seconda moglie di Francesco I.
- **Approfondimenti.**

- **La collezione del Cardinale.** Ferdinando non fu esattamente uno spirito religioso e a Roma condusse una dispendiosa vita da aristocratico: si fece costruire una dimora all'altezza del nome della famiglia, la villa Medici sul Pincio, e iniziò a collezionare statue antiche. Alcune tra le più straordinarie sculture attualmente nella collezione della Galleria degli Uffizi furono raccolte da lui. Tra queste la famosa *Venere dei Medici* ed il gruppo di *Niobe e i suoi figli*.
- **Altri ritratti del Cardinale Ferdinando**

Cosimo I

- **Il dipinto.** In questo ritratto, eseguito postumo da Justus Sustermans, Cosimo I è rappresentato come granduca con la corona in testa, lo scettro granducale in mano e un prezioso manto di pelliccia di ermellino sopra le spalle. Una seconda versione di questo dipinto si trova all'interno della collezione del Museo Nazionale di Palazzo Reale. Ciò fa supporre che entrambi appartennero ad una tipologia di ritratto di stato che aveva la funzione di manifestare e celebrare il potere politico dei Medici.



Figura 2.4: *Ritratto del granduca Cosimo I de' Medici, Justus Sustermans, Olio su tela, XVII sec.*

- **Il personaggio.** Cosimo de' Medici nato nel 1519 da Giovanni delle Bande Nere e Maria Salviati, univa il ramo cadetto dei Medici a quello principale, poiché il padre era pronipote di Giovanni di Bicci, mentre la madre era nipote di Lorenzo il Magnifico. Non destinato inizialmente alla carriera

politica, fu cresciuto dalla madre in una tenuta del Mugello. Nel 1537 Cosimo, appena diciottenne, entrò a Firenze all'indomani dell'uccisione del duca Alessandro de' Medici. Fu subito nominato capo del governo proprio perché cresciuto lontano dalla città e perché aveva promesso di esercitare la carica in modo puramente simbolico. Le cose non andarono così, poiché in breve tempo Cosimo iniziò a esercitare il proprio potere in modo assoluto. Già nel 1537 l'imperatore Carlo V gli aveva concesso il titolo di duca, e come passo ulteriore della sua politica filo imperiale sposò, nel 1539, Eleonora di Toledo, figlia di don Pedro, viceré di Napoli e luogotenente di Carlo V. In seguito, nel 1569, una bolla papale di Pio V lo nominò granduca di Toscana e venne solennemente incoronato l'anno successivo a Roma.

- **Il pittore.** Justus Sustermans fu un pittore di origine fiamminga che svolse i suoi primi studi ad Anversa, sua città natale, come allievo di De Vos e Frans Pourbus II. Venne successivamente inviato a Firenze per lavorare come cartonista presso l'arazzeria della corte medicea. E' ricordato soprattutto per i suoi ritratti aulici e di parata, minuziosi e precisi nella resa dei particolari e del costume, di cui esistono molteplici copie e repliche.

- **Approfondimenti.**

- **La propaganda culturale.** Con Cosimo I la famiglia de' Medici si trasferì, nel 1540, dal Palazzo Medici di Via Larga a Firenze in Palazzo Vecchio, che richiedeva di essere adeguato a residenza ducale. L'ampliamento del palazzo e la sua decorazione miravano alla celebrazione e glorificazione della casata e il complesso programma fu affidato a Giorgio Vasari e alla sua bottega. Nella politica di Cosimo rientrò anche una nuova ubicazione per gli uffici e le magistrature del Granducato. Il progetto degli Uffizi, che ospitavano originariamente anche le botteghe delle fabbriche medicee, fu affidato, dal 1560, di nuovo a Vasari che si vide impegnato in un'opera urbanistica di grande rilievo e di notevole effetto scenografico. Il grande edificio a forma di U degli Uffizi abbraccia, infatti, Piazza della Signoria e Palazzo Vecchio e in lontananza la cupola del Duomo: potere civile, granducale e religioso si trovarono idealmente e visivamente uniti sotto l'egida dei Medici e di Cosimo I in persona. Anche a Pisa Cosimo intraprese importanti lavori sia di natura urbanistica sia di natura economico-industriale, come la regolamentazione delle acque con l'istituzione dell'Ufficio dei Fiumi e Fossi (tuttora attivo con sede in via San Martino), la costruzione del

canale dei Navicelli che unì Pisa a Livorno - la nuova città portuale potenziata dai Medici - ed infine la costruzione degli Arsenali medicei destinati all'attività cantieristica-navale. Inoltre Cosimo promosse la riapertura dello Studio pisano (l'Università) nel 1543, inaugurando il Palazzo della Sapienza, ora sede della facoltà di Giurisprudenza.

- **L'Arazzeria medicea.** Nel programma economico-imprenditoriale e politico di Cosimo I rientrò anche la fondazione a Firenze di una manifattura di arazzi. Gli arazzi svolgevano un'importante funzione di trasmissione di temi e di propaganda culturale e politica poiché in essi la possibilità di glorificazione ed esaltazione del potere si coniugava alla facilità di spostamento. Con questo scopo, oltre a quello puramente estetico, gli arazzi venivano esposti sia all'esterno che all'interno degli edifici durante le cerimonie. Nel 1545 nacque così l'Arazzeria medicea, chiusa nel 1747, dalla quale uscì, tra gli altri, la serie di arazzi dedicati rispettivamente alle Storie di Cosimo il Vecchio, Lorenzo il Magnifico e Clemente VII che Cosimo commissionò al pittore fiammingo Giovanni Stradano, tra il 1571 e il 1574, e destinati alle stanze in Palazzo Vecchio. Un arazzo proveniente dalla serie delle Storie di Lorenzo, ciclo inizialmente esposto nelle stanze a lui dedicate in Palazzo Vecchio, è stato recentemente restaurato e ora è esposto proprio nel Museo Nazionale di Palazzo Reale. La Soprintendenza di Pisa e Livorno possiede un patrimonio di una trentina di arazzi, la maggior parte dei quali necessita ancora di interventi di restauro.
- **Festina Lente.** La frase *Festina lente* (Affrettati lentamente) è il motto attribuito all'imperatore Augusto dallo scrittore latino Svetonio (70-126 d. C). La frase compariva sulle monete romane dal I secolo d.C. con il simbolo del delfino e dell'ancora. Successivamente il motto venne ripreso nell'emblema di Cosimo I, che cambiò la figurazione associandovi una tartaruga con una vela. Il motto serviva come monito di ponderazione durante le imprese perché avessero successo. La tartaruga, nota per la sua lentezza e quindi segno di riflessione e prudenza, viene spinta in avanti dalla vela gonfiata dal vento, segno invece di forza d'azione. L'emblema di Cosimo I con la tartaruga e la vela abbinato al motto *Festina lente* è ancora oggi visibile su soffitti e pavimenti in Palazzo Vecchio a Firenze e nella grotta del Buontalenti nel Giardino di Boboli, sempre a Firenze.
- **L'Ordine dei Cavalieri di Santo Stefano.** L'Ordine dei Cavalieri

di Santo Stefano fu fondato da Cosimo I con la Bolla papale di Pio IV nel 1562. Il Gran Magistero fu dato proprio a Cosimo de' Medici duca di Firenze e poi granduca di Toscana e in seguito ai suoi successori granduchi di Toscana, prima Medici e poi Asburgo - Lorena. Cosimo commissionò a Giorgio Vasari la costruzione della sede dell'Ordine in quella che oggi viene detta proprio Piazza dei Cavalieri, ma che già prima dei Medici fu il centro politico della città. Il Vasari ristrutturò il medievale Palazzo della Carovana, oggi sede della Scuola Normale Superiore di Pisa e già sede degli Anziani del Comune, e inoltre progettò nella medesima piazza la Chiesa di Santo Stefano dei Cavalieri. L'insegna dell'Ordine è la croce rossa a otto punte bordata d'oro in campo bianco. In molti ritratti esposti all'interno del Museo, l'insegna è messa in mostra sull'abito indossato da diversi granduchi. Tra gli scopi che l'Ordine si proponeva, vi erano la difesa della Fede cristiana, la lotta agli ottomani e alla pirateria nel Mediterraneo, in particolare nel Mar Tirreno, dove Cosimo aveva recentemente fondato il porto di Livorno. Per essere ammessi i candidati dovevano dimostrare quattro gradi di nobiltà paterna e materna. L'Ordine è tuttora riconosciuto dallo Stato Italiano, come 'ordine dinastico non nazionale', attraverso le autorizzazioni all'uso concesse dal Ministero per gli affari esteri.

– **Altri ritratti di Cosimo I.**

Cosimo II

- **Il dipinto.** Il dipinto ritrae Cosimo II, figlio di Ferdinando I e Cristina di Lorena, a figura intera nella veste ufficiale del granduca con il lungo manto di ermellino, la corona granducale indossata e il bastone di comando. Egli posa la sua mano sull'elsa della spada, in un gesto che più che essere un segno di forza, svela una fragilità sottolineata anche dai tratti del volto pallido rivelatore di una salute malferma.
- **Il personaggio.** Cosimo II, figlio di Ferdinando I e di Cristina di Lorena, diventò granduca nel 1609 a solo diciannove anni. Il regno di Cosimo II fu breve, solo dodici anni, a causa della tubercolosi che minò la sua salute fin dalla nascita. Sposò l'arciduchessa Maria Maddalena d'Austria, sorella della regina di Spagna, nel 1608. Cosimo II si spense, poco più che trentenne, il 23 febbraio 1620: suo figlio Ferdinando era ancora troppo giovane per governare e Cosimo II dispose che le due reggenti, Cristina e Maria Maddalena, fossero affiancate da quattro ministri.



Figura 2.5: *Ritratto del granduca Cosimo II de' Medici, Copia da Justus Sustermans, Olio su tela, XVII sec.*

- **Approfondimenti.**

- **Il matrimonio con Maria Maddalena.** Per riconquistarsi il favore della Spagna, insospettata dalla politica filofrancese della Toscana, Ferdinando I mise in atto una manovra tutta matrimoniale: fece sposare il suo primogenito Cosimo, futuro granduca, con Maria Maddalena d'Austria, con la virtù politica di essere sorella della regina di Spagna. Cristina di Lorena guidò tutte le operazioni per preparare le nozze: una schiera di artisti e artigiani ebbero il compito di arredare Firenze per un torneo sull'Amore vincitore. Sull'Arno, tra Ponte Santa Trinita e Ponte alla Carraia, era prevista una rappresentazione sul mito di Giasone; da Pisa si fecero giungere i figuranti del Gioco del Ponte, affinché i convitati fossero allietati da questa antica gara. Ma il lutto che colpì Maria Maddalena con la morte della madre segnò i preparativi: i sarti fiorentini si videro commissionare abiti in velluti, broccati e sete rigidamente a lutto, in nero e rosso scarlatta, tollerato nella triste circostanza. E i bravi tintori del quartiere di Santa Croce esibirono la loro maestria indovinando un amalgama, che mescolando la tinta cremisi con una nuova pasta di cocciniglia, la arricchiva di toni ed effetti lucenti.
- **Il progetto di una Crociata.** Cosimo II, desideroso di emulare il buon governo del padre Ferdinando I, ricercò un'impresa che potesse segnalarlo al mondo come principe dalle doti eccezionali. Per questo, tra il 1609 e il 1613 progettò una sorta di Crociata contro i turchi, sognando conquiste nell'Asia Minore e perfino la liberazione di Gerusalemme.

Alla ricerca di alleanze per questa avventura, ottenne solo il sostegno di un curioso e straordinario personaggio orientale: tale Fakr-Ad-Din, Principe del Libano e della Galilea, nonché Governatore della Siria, ribattezzato Faccardino a Firenze, dove fu ammirato col suo pittoresco seguito di funzionari tra le vie della città.

- **L'amicizia con Galileo Galilei.** Cosimo II mantenne sempre un grande interesse per la scienza: richiamò da Padova Galileo Galilei, già suo professore di matematica all'Università di Pisa, gli concesse il titolo di Capo Matematico del Granduca e uno stipendio di più di mille scudi, garantendo allo scienziato un lungo periodo di quiete e il modo di poter operare serenamente, protetto dalle accuse pesanti dei Gesuiti. Per ringraziare il granduca, Galileo gli dedicò il suo Sidereus Nuncius e chiamò medicea sidera (astri medicei) i quattro satelliti di Giove scoperti dallo scienziato. Inoltre lo rese partecipe delle sue straordinarie scoperte: dalla sommità della Torre della Verga d'Oro inglobata nel Palazzo Medici di Pisa (attuale Palazzo Reale), Galileo mostrò al granduca Cosimo II l'infinito universo che un telescopio poteva rivelare. La protezione da parte di Cosimo II non fu però sufficiente per evitare l'Inquisizione e la successiva condanna a Galileo.
- **Altri ritratti di Cosimo II**

Cosimo III

- **Il dipinto.** Cosimo III è ritratto a tre quarti di figura con l'armatura dei Cavalieri dell'Ordine di Santo Stefano. Con un elegante gesto posa il bastone di comando su un tavolo ricoperto da un tessuto damascato.



Figura 2.6: *Ritratto di Cosimo III, Autore ignoto, Olio su tela, XVIII sec.*

- **Il personaggio.** Penultimo granduca dei Medici in Toscana, era il figlio di Ferdinando II e Vittoria della Rovere. Educato in una corte intrisa di religiosità bigotta, fu destinato a nozze improvvise con Margherita Luisa d'Orléans, dal temperamento diametralmente opposto e abituata alla corte più raffinata di Parigi. Questa unione fu il cruccio di Cosimo III e dei suoi genitori, che riconoscevano il carattere indomito della nuora: in particolare, il rapporto con la suocera Vittoria della Rovere sfociava spesso in scontri plateali. L'epilogo di questo matrimonio, che pure generò tre figli, due maschi e una femmina, fu l'abbandono di Cosimo III da parte di Margherita Luisa d'Orleans, che ottenne la possibilità dal re Luigi XIV di poter tornare nella sua adorata Parigi, sebbene destinata a vivere in convento.
- **Approfondimenti.**
 - **Il governo di Cosimo III.** Scomparsi i fratelli del padre Ferdinando II (Mattia il generale nel 1667 e il cardinale Leopoldo nel 1675) non vi fu più nessuno di buon senso che potesse consigliare Cosimo III: per giunta la madre Vittoria lo convinse a destituire alcuni vecchi ministri per sostituirli con altri di estrazione ecclesiastica. Alla cittadinanza vennero imposte regole morali di un ridicolo impareggiabile, come 'l'ordinanza delle finestre basse' che vietava ai giovani di far visita alle innamorate e li obbligava a stare lontani dalle loro case '...perchè è grandissimo incentivo a ratti, aborti e infanticidi'. Inoltre Cosimo III impose tasse sempre più gravose che servivano solo ad alimentare il lusso sfrenato della corte. Mentre le feste popolari venivano censurate, quelle religiose crebbero di numero e di importanza. Il granduca si attribuì anche la carica di ministro della giustizia, infliggendo punizioni esemplari e necessarie, secondo lui, ad educare il popolo al timore di Dio.
 - **Il figlio Gian Gastone.** Il più giovane dei tre figli di Cosimo III e Margherita Luisa d'Orleans, spirito dedito allo studio delle arti e soprattutto delle scienze, era destinato alla carriera ecclesiastica almeno fino al momento della morte del fratello maggiore Ferdinando. Cosimo III fu costretto a scommettere su questo figlio minore, cui non aveva concesso grande fiducia e stima. Gian Gastone fu quindi avviato ad un infelicissimo matrimonio con Anna Maria Francesca di Sassonia e costretto a vivere per un certo periodo nella sua fredda e triste residenza in Boemia. Alla morte del padre ritornò a Firenze, lasciando

definitivamente la moglie in Boemia e condusse le iniziali fasi dell'ultimo Granducato mediceo con inaspettata saggezza e lungimiranza: volle smantellare tutto quel governo di religiosi e i loro benefici ed abolire la selva di assurde leggi a tutela della morale e del buon costume ideate dal padre. Fu solo un breve periodo di buon governo, seguito da una fase di grottesco declino politico e morale della corte. Gian Gastone, minato nella salute mentale e fisica, trascorse gli ultimi anni chiuso in Palazzo Pitti, ridotto al degrado da una schiera di personaggi discutibili che elemosinavano pochi centesimi dal granduca. Era il 1737 quando Gian Gastone morì e le potenze europee avevano già deciso le sorti del Granducato di Toscana senza eredi Medici a governarlo.

- **Le sorti del Granducato.** Le sorti del Granducato furono una preoccupazione costante nell'operare di Cosimo III: morto senza eredi il figlio primogenito Ferdinando, su cui aveva investito pazienza e speranze, fu costretto ad accettare l'idea che fosse il figlio minore Gian Gastone a diventare futuro granduca e a garantire una progenie che assicurasse lunga vita al Granducato mediceo. Ma il matrimonio di Gian Gastone fallì senza alcuna prole e Cosimo III sperò in una discendenza del fratello Francesco Maria, già cardinale, costretto a sposare Eleonora Gonzaga Guastalla: tentativo tanto disperato quanto fallimentare. Ma il Granducato toscano era ambito oggetto di scambio nell'instabile equilibrio europeo di inizio '700. Ad ostacolare gli sforzi di Cosimo III, volti a mantenere i Medici in Toscana, tanto da far approvare al Senato fiorentino una successione al femminile in favore della figlia Anna Maria Luisa, vedova e senza eredi, ci pensò la quadruplice alleanza di Inghilterra, Olanda, Austria e Francia, che affidava la Toscana a Don Carlos di Spagna, figlio di Elisabetta di Parma, a sua volta erede Medici per via della madre Caterina. Solo nel 1735 i giochi sullo scacchiere europeo si conclusero: la Toscana, alla morte dell'ultimo Medici, sarebbe toccata alla figlia dell'imperatore Carlo VI, Maria Teresa d'Austria, che l'avrebbe portata in dote al futuro marito Francesco di Lorena. L'accordo fu ratificato nel novembre del 1738: Gian Gastone era già morto da un anno.
- **Altri ritratti di Cosimo III.**

Cristina di Lorena

- **Il dipinto.** Il dipinto è copia da un originale attribuito a Santi di Tito. La granduchessa non amava posare a lungo per essere ritratta e prediligeva i pittori francesi: ma l'artista toscano riuscì a schizzare la figura di Cristina in una mezz'ora. In questo ritratto a figura intera di Cristina di Lorena compaiono gli elementi che esprimono in sintesi l'immagine della perfetta granduchessa: l'eleganza sobria dell'abito scuro impreziosito dai vezzi di perle che alludono alla ricca dote della sposa; la corona granducale, prezioso lavoro dell'orafo Jacques Bylevelt, e il cane simbolo della fedeltà coniugale.



Figura 2.7: *Ritratto di Cristina di Lorena, Copia da Santi di Tito, Olio su tela, XVII sec.*

- **Il personaggio.** Cristina, figlia di Carlo III di Lorena e Claudia di Valois, era la nipote prediletta della regina di Francia, Caterina de' Medici. Sposò, nel 1589, all'età ormai matura di ventiquattro anni il granduca di Toscana. Quella tra Ferdinando I e Cristina fu un'unione riuscita dato che Cristina adempì al suo dovere di garantire una successione al trono granducale dando alla luce otto figli. Morì a Firenze, lontana dalla corte per volere del nipote Ferdinando II, nel 1637.
- **Approfondimenti.**
 - **La dote di Cristina.** Attraverso il matrimonio con Cristina di Lorena, Ferdinando de' Medici volle riannodare l'alleanza tra i gigli fiorentini e quelli di Francia. Per raggiungere il futuro sposo, Cristina attraversò la Francia immersa in un freddo inverno e squassata dalla guerra tra cattolici e ugonotti; a Marsiglia si imbarcò sulle navi fiorentine che la portarono fino al porto di Livorno e poi a Pisa dove sostò qualche giorno nel nuovo palazzo Medici sul Lungarno. La sposa portava con

sé l'ingente dote di seicentomila scudi. La regina Caterina, inoltre, cedette alla prediletta nipote tutti i diritti sui beni di casa Medici e su quelli del Ducato di Urbino che le provenivano dal padre Lorenzo, nipote del Magnifico. Molte opere d'arte giunsero a Firenze con la sua dote: l'intera serie di otto arazzi con Le feste dei Valois, valutati 3520 scudi, commissionati da Caterina de' Medici tra il 1571 e il 1576, sono tuttora splendida testimonianza del ricco corredo di Cristina.

- **La reggenza con Maria Maddalena.** La vedova Cristina di Lorena fu personalità influente nella gestione del governo granducale, prima come semplice consigliera del figlio di Cosimo II e poi come reggente insieme alla nuora Maria Maddalena d'Austria, in attesa della maggiore età di Ferdinando II. Cosimo II dette precise disposizioni testamentarie, in cui da una parte riconobbe un ruolo di ufficiale importanza alle due donne, ma dall'altra nominò un consiglio di corte con mansioni politiche, convinto che le due signore non avrebbero saputo portare a termine l'incarico; inoltre limitò molto i poteri economici delle reggenti, impedendo loro di mettere le mani sul tesoro dei Medici. Ma la corte viveva in un lusso inaudito e manteneva con generose elargizioni una schiera di ecclesiastici intorno alle devotissime granduchesse. Le due reggenti non risparmiarono neppure discutibili provvedimenti, come l'imposizione di gabelle doganali perfino nella zona franca del porto di Livorno, minando l'economia della città divenuta fiorente in virtù dei provvedimenti di Ferdinando I.
- **La lettera di Galileo Galilei.** Don Benedetto Castelli, un galileiano divenuto professore di matematica all'Università di Pisa, durante un incontro alla corte dei Medici fu sollecitato dalla granduchessa Cristina ad ammettere l'incompatibilità delle teorie eliocentriche copernicane con vari passi del Vecchio Testamento. Galileo, informato della cosa e preoccupato per le conseguenze che avrebbe potuto avere per lui la perdita del favore dei suoi protettori granducali, il 21 dicembre 1613 scrisse una lettera al Castelli costituente il primo nucleo di una più ampia lettera, inviata un anno dopo alla stessa Cristina. La lettera è uno dei testi centrali della riflessione di Galileo sul rapporto tra scienza e fede: essa mette a confronto il libro della natura e il libro sacro mostrando la singolarità dei due libri e dimostrando che non è pertinente leggere i caratteri della natura mediante il testo della Bibbia. Probabilmente fu proprio questa lettera a scatenare l'ira degli

inquisitori ai quali pareva che Galileo volesse insegnare alle gerarchie ecclesiastiche qualcosa in fatto di esegesi biblica.

– **Altri ritratti di Cristina.**

Eleonora di Toledo

- **Il dipinto.** Recuperato dai depositi del Museo Nazionale di San Matteo, dove era stato conservato senza identificazione, l'opera è oggi attribuita al Bronzino. Al fianco di Eleonora troviamo il figlio Francesco, all'età di circa otto anni, osservazione quest'ultima che daterebbe il dipinto al 1549. La granduchessa è raffigurata con un prezioso abito in velluto cremisi. Le manifatture tessili fiorentine furono uno dei principali prodotti di esportazione sotto i Medici, a volte troppo costose anche per gli stessi granduchi, tanto che Eleonora si fece spesso ritrarre in abiti prestati.



Figura 2.8: *Ritratto di Eleonora di Toledo col figlio Francesco, Agnolo di Cosimo detto Bronzino, Olio su tavola, 1549*

- **Il personaggio.** Eleonora di Toledo, figlia di don Pedro di Toledo, viceré di Napoli e luogotenente dell'imperatore Carlo V, nel 1539 sposò il granduca Cosimo I, un matrimonio molto fecondo con ben dieci figli. Eleonora morì, insieme a due dei suoi figli, Giovanni e Garsia, a Pisa nel 1562, nell'allora palazzo ducale, ora Prefettura, adiacente al convento di San Matteo.
- **Il pittore.** Agnolo di Cosimo, detto il Bronzino, fu tra i più raffinati esponenti del Manierismo fiorentino, noto per la sua qualità di ritrattista della corte medicea nella Firenze tardo rinascimentale. Verso il 1515 iniziò a lavorare nella bottega del Pontormo che nel 1523 lo portò con sé per decorare la Certosa del Galluzzo, nei pressi di Firenze e nel 1525 gli affidò

l'esecuzione di alcuni affreschi nella Cappella Capponi in Santa Felicità. La collaborazione con il Pontormo influenzerà l'attività artistica del Bronzino lungo tutta la sua carriera pittorica. Nel 1539 fu chiamato alla corte di Cosimo I de' Medici, per il quale lavorò alla decorazione della Cappella di Eleonora di Toledo in Palazzo Vecchio, oltre ad eseguire una serie di ritratti per la corte e un notevole numero di cartoni per l'Arazzeria medicea. Morì nel 1572 nella casa dell'allievo Alessandro Allori.

- **Approfondimenti.**

- **La dote di Eleonora.** Al momento del matrimonio a Eleonora fu assegnata una cospicua dote di ben 50.000 ducati. Nel 1550 la duchessa impiegò 9000 scudi d'oro di questo suo patrimonio personale per acquistare il grande palazzo di Luca Pitti situato nell'Oltrarno. L'intenzione di Eleonora era quella di trasformare questa dimora quattrocentesca in decadenza in una reggia principesca immersa nel verde. Commissionò dunque agli architetti di corte imponenti lavori di ristrutturazione e di ampliamento sia dell'intero complesso edilizio che del giardino e delle aree agricole. La nuova residenza di Palazzo Pitti, che mantenne il nome degli antichi proprietari, presentava ambienti decorati da Giorgio Vasari e da Bernardo Buontalenti mentre la progettazione del giardino detto di Boboli fu inizialmente affidata al Tribolo. All'architetto di corte Bernardo Buontalenti è dovuta la realizzazione della *Grotta Grande*, detta oggi anche *Grotta del Buontalenti*, che conserva al suo interno la *Venere* del Giambologna e i giochi d'acqua tuttora funzionanti.
- **L'abito della granduchessa.** L'abito di velluto cremisi indossato da Eleonora nel ritratto è molto simile, se non addirittura lo stesso, a quello cinquecentesco esposto anch'esso nel Museo Nazionale di Palazzo Reale a Pisa, proveniente dall'ex-convento di San Matteo dove, con tutta probabilità, era servito per vestire una statua lignea della Vergine. L'ipotesi di una relazione tra il vestito conservato e quello indossato dalla granduchessa nel ritratto viene avvalorato dal fatto che il guardaroba di Eleonora, morta a Pisa nel 1562, potrebbe essere stato donato alle monache benedettine del convento di San Matteo adiacente all'allora palazzo di famiglia. Il cremisi (Khermes) è un colore di origine animale, ottenuto da insetti essiccati e venduto in grani. Secondo le leggi suntuarie promulgate da Cosimo nel 1563, tale colore poteva

essere usato solo dalla famiglia granducale e per questo motivo veniva chiamato anche rosso mediceo.

- **Il figlio Francesco (1541 - 1587).** Francesco I fu granduca di Toscana dal 1574 al 1587, benchè già reggente del granducato al posto del padre Cosimo I fin dal 1564. Nel 1565 sposò Giovanna d'Austria, figlia di Ferdinando I d'Asburgo. In occasione del loro matrimonio, Cosimo incaricò l'architetto di corte Giorgio Vasari di costruire un passaggio aereo, oggi noto come Corridoio Vasariano, che collegasse Palazzo Vecchio alla seconda residenza granducale di Palazzo Pitti, attraversando la Galleria degli Uffizi. Dopo la morte della moglie, Francesco si risposò in seconde nozze con Bianca Cappello, già sua amante da tempo. Francesco, poco interessato agli affari della politica, preferì lasciare le sorti del granducato in mano ai suoi funzionari. Fu invece un grande mecenate delle arti e delle scienze e la somma dei suoi interessi si riflette nello Studiolo realizzato dal Vasari in Palazzo Vecchio. Morì senza lasciare eredi legittimi nel 1587 presso la villa di Poggio a Caiano, seguito a breve distanza di tempo dalla seconda moglie Bianca. I dubbi di un avvelenamento della coppia da parte del fratello cardinale Ferdinando, futuro granduca, sono stati fugati da recenti analisi che hanno ricondotto la causa della morte alla malaria.
- **Altri ritratti di Eleonora.**

Ferdinando Granprincipe

- **Il dipinto.** In questo dipinto il Granprincipe Ferdinando è rappresentato a mezzo busto e indossa l'armatura dei Cavalieri di Santo Stefano. Con una mano sorregge delicatamente il bastone del comando che poggia su un tavolino alla sua destra, su di esso si vedono inoltre l'elmo e i miteni, accessori della sua armatura.
- **Il personaggio.** Ferdinando de' Medici era il figlio primogenito del granduca di Toscana Cosimo III e di Margherita Luisa d'Orléans. I forti contrasti che portarono alla separazione dei genitori avvicinarono Ferdinando maggiormente alla madre mentre con il padre Cosimo i rapporti furono sempre tesi. Viene di solito ricordato come Granprincipe, poiché morì di sifilide nel 1713 prima di diventare granduca. Nel 1689 aveva sposato Violante Beatrice di Baviera, figlia dell'elettore di Baviera Ferdinando Maria e di Enrichetta Adelaide di Savoia. Fu un'unione infelice che non produsse figli.



Figura 2.9: *Ritratto del Granprincipe Ferdinando de' Medici, Autore ignoto, Olio su tela, XVIII sec.*

Alla morte del padre Cosimo III, nel 1723, diventò granduca il fratello minore Gian Gastone, unico ereditario rimasto. Neanche Gian Gastone ebbe figli e fu dunque l'ultimo dei Medici sul trono di Toscana; alla sua morte il Granducato passò, secondo gli accordi già presi dalla diplomazia europea, ai duchi di Lorena.

- **Approfondimenti.**

- **Ferdinando Musicista.** Con la madre Margherita Luisa d'Orleans Ferdinando condivideva l'interesse per le arti e la musica. Dalle fonti coeve sappiamo che egli stesso cantava e suonava vari strumenti, specialmente il cembalo, e che conosceva la teoria del contrappunto. Grande mecenate musicale introdusse alla corte granducale importanti compositori tra cui Alessandro Scarlatti e il giovane Georg Friedrich Händel. Nel 1688 di passaggio a Padova ingaggiò alle sue dipendenze, con l'incarico di custode dei suoi strumenti musicali, Bartolomeo Cristofori, il perfezionatore del cembalo, precursore del pianoforte.
- **Ferdinando patrono delle arti.** Ferdinando fu grande mecenate dal gusto aggiornato e amico di artisti a lui contemporanei come il pittore Giuseppe Maria Crespi, di cui il Museo conserva il dipinto *La pulce*, che ben testimonia l'interesse del pittore per i soggetti popolari. Il Granprincipe aveva eletto la villa di Pratolino a suo rifugio ideale, lontano dalla soffocante corte fiorentina. Per la villa (distrutta, ma quel che resta oggi è conosciuto come Villa Demidoff) Ferdinando commissionò affreschi a Pier Dandini e a Crescenzo Onofri e fece costruire un teatro, degno di una grande città, progettato da Antonio

Maria Ferri e Ferdinando Galli da Bibbiena. Il suo interesse per l'arte e il collezionismo si rifletteva anche nel *Gabinetto delle opere in piccolo di tutti i più celebri pittori*, una collezione di miniature, con ben 174 quadri di pittori diversi radunata in una sola stanza nella villa medicea a Poggio a Caiano.

– **Altri ritratti del Granprincipe.**

Ferdinando I Granduca

- **Il dipinto.** In questo ritratto ufficiale, copia dall'originale del pittore di corte Justus Sustermans, Ferdinando è rappresentato a figura intera all'età di circa 50 anni con l'armatura dei Cavalieri di Santo Stefano. Vicino a sé tiene la corona granducale e il bastone del comando decorato dal giglio rosso fiorentino.



Figura 2.10: *Ritratto del Granduca Ferdinando I de' Medici, Copia da Justus Sustermans , Olio su tela, XVII sec.*

- **Il personaggio.** Penultimo dei dieci figli avuti dal granduca Cosimo I ed Eleonora di Toledo, Ferdinando, spogliatosi della veste cardinalizia, divenne granduca all'età di trentasei anni e resse per ventidue anni un operoso governo. Sposò nel 1589 Cristina di Lorena, nipote prediletta della regina di Francia Caterina de' Medici. Ferdinando I morì il 7 febbraio 1609 e si fece seppellire nel nuovo mausoleo della chiesa fiorentina di San Lorenzo con l'abito da Gran Maestro dell'Ordine di Santo Stefano. Rinunciò ad esequie sfarzose per destinare il denaro necessario alle doti delle giovani fiorentine indigenti.
- **Approfondimenti.**

- **Il mistero della morte di Bianca e Francesco.** Era il 19 ottobre 1587 quando il granduca Francesco I de' Medici morì nella villa di Poggio a Caiano dove stava trascorrendo un sereno periodo lontano dalla corte di Pitti, insieme alla seconda moglie Bianca Cappello. Ai coniugi si era unito il cardinale Ferdinando, fratello di Francesco, sebbene non fosse in ottimi rapporti con la coppia granducale, avendo apertamente disapprovato le loro nozze e giudicato da sempre con biasimo e preoccupazione l'operato politico del fratello granduca. All'indomani della morte di Francesco, Ferdinando si diresse a Firenze pronto a prendere in mano le redini del Granducato, dal momento che il fratello era morto senza eredi maschi. La tragica sorte accomunò Bianca al marito: morì un giorno dopo di lui, manifestando gli stessi sintomi del male che aveva colpito Francesco. Le cronache del tempo tinsero di fosco l'episodio, imputandolo ad un progetto del fratello Ferdinando: i dubbi di un avvelenamento della coppia sono stati fugati da recenti analisi che hanno ricondotto la causa della morte alla malaria. Certo è che per disposizione del nuovo granduca le onoranze funebri di Francesco furono consone al suo rango e la salma fu sepolta vicino a quella della prima moglie Giovanna d'Austria; il luogo di sepoltura del corpo della granduchessa Bianca Cappello rimane invece ignoto.
- **Maiestate tantum.** Il motto *Maiestate tantum* (Soltanto con la maestà) accompagna uno sciame d'api che circonda con cerchi concentrici e sfalzati l'ape regina. E' l'impresa araldica di Ferdinando I che volle rappresentarsi come ape regina, centro e fulcro del governo del Granducato, mentre il popolo fiorentino come uno sciame di api operava intorno pacifico e laborioso.
- **Le nozze magnifiche.** Nel 1589 furono celebrate le sontuose nozze filofrancesi tra Ferdinando I e Cristina di Lorena, nipote prediletta della regina di Francia Caterina de' Medici, che le assicurò un'ingente dote. La futura granduchessa compì un lungo viaggio prima di raggiungere lo sposo bloccato da un attacco di gotta nella villa di Poggio a Caiano. Il matrimonio fu celebrato a Firenze con feste da capogiro, anche per le cifre spese: fastosi apparati effimeri e non, creati dagli artisti di corte, trasformarono il volto della città e della cattedrale. Allietarono i convitati le rappresentazioni nel teatro degli Uffizi e una straordinaria naumachia, progettata dall'architetto Bernardo Buontalenti nel cortile di palazzo Pitti, meravigliò tutti gli ospiti.

- **I Medici e i mari.** Il granduca Cosimo I, appena salito al potere, intuì l'importanza strategica di commerci tranquilli nel mar Mediterraneo, scenario delle scorribande dei pirati musulmani: per questo fortificò i suoi possessi sulle coste per garantirne una solida difesa. Cosimo provvide anche alla costruzione di un gruppo di navi da guerra negli Arsenali di Pisa. La flotta al comando di Jacopo D'Appiano si fece corsara e arricchì le casse granducali. Se Francesco I mostrò meno slancio sul mare rispetto al padre, suo fratello Ferdinando ebbe invece la convinzione che l'avventura sul Mediterraneo fosse un mezzo valido per accrescere le sue ricchezze e quelle dello Stato, mediante l'esercizio del contrabbando e della pirateria. Potenziare e rendere franco il porto di Livorno accrebbero le ricchezze del posto e ben presto la città divenne anche sede di arsenali per la costruzione di nuove imbarcazioni. Nel 1608 una piccola flotta partì alla volta del Rio delle Amazzoni, per riportare a casa tutto l'oro che si poteva trovare: non furono così tanti i frutti dell'impresa, che però diffuse in patria un pò di fascino per l'esotico grazie all'arrivo di alcuni indigeni, che morirono ben presto per un'influenza.
- **Livorno e la Costituzione livornina.** Con determinazione Ferdinando I portò avanti un programma di potenziamento politico ed economico del Granducato e, convinto che il mare fosse un buon affare, ampliò il porto di Livorno e lo rese porto franco. Con la Costituzione Livornina (1593) garantì la libertà di culto, di professione religiosa e politica, l'annullamento dei debiti e di altre condanne; istituì un regime doganale a vantaggio delle merci destinate all'esportazione ed assicurò la libertà di esercitare un qualsiasi mestiere, purché si tenesse una casa a Pisa o a Livorno.
- **L'acquedotto mediceo a Pisa.** L'acquedotto, che porta in città l'acqua dai monti Pisani, fu considerato quasi come opera divina del granduca Ferdinando, a riconoscimento dei benefici per la cittadinanza che aveva così risolto il problema dell'approvvigionamento idrico. Fu completato nel 1595, ma necessitò di vari interventi di ripristino negli anni successivi. La condotta sopraelevata, lunga circa 6 km e composta da ben 954 archi, terminava la sua corsa in via Santa Marta. Da lì veniva canalizzata sottoterra fino alla fonte di San Francesco e poi alla fontana in Piazza dei Cavalieri: l'acqua fu data in proprietà all'Ordine dei Cavalieri di Santo Stefano. Nel 1630 un secondo ramo dell'acquedotto

riusciva a portare l'acqua a tutto il Lungarno nord fino a Palazzo Medici (attuale Palazzo Reale). Un'incisione di Jacques Callot, raffigurante Ferdinando I che dà disposizioni per la costruzione dell'acquedotto, testimonia il diretto e vigile intervento del granduca nell'esecuzione dei lavori.

- **L'Orto botanico di Pisa.** L'Orto botanico di Pisa, il più antico d'Europa, fu istituito nel 1543 per volere di Cosimo I, ma l'attuale collocazione, più centrale e vicina all'Università, avvenne in seguito all'acquisto di terreni da parte di Ferdinando I. Il Giardino dei Semplici costituiva non solo un piacevole ambiente naturale, con la coltivazione di essenze nostrali e pellegrine, ma fu anche luogo di studio aperto a docenti e studenti. Vi era annessa una galleria di oggetti naturalistici, esotici, di curiosità di ogni genere e di quadri, molto simile ad una Wunderkammer che si articolava nelle tre sezioni dei naturalia, artificialia e curiosa. La vivacità degli studi legati all'Orto botanico ha lasciato traccia anche nella produzione artistica: disegni e incisioni a soggetto naturalistico sono numerosi e si aggiungono a frequenti esempi di rappresentazioni naturalistiche a scopo decorativo, come le riquadrature dei pannelli del Duomo, ricostruite nel 1599.
- **Immagini di un governo.** Il progetto politico dei Medici si cristallizza in due opere concepite durante il Granducato di Ferdinando I: la statua del Francavilla in Piazza Carrara in onore del granduca e l'Allegoria di Pisa del pittore senese Ventura Salimbeni, destinata al Tribunale dell'Ordine di Santo Stefano. Le due opere sono legate da affinità iconografica: Ferdinando protegge una donna rappresentata come una 'Carità', personificazione di Pisa arresa davanti alla potenza fiorentina. Il medesimo soggetto è proposto anche nella tela del Salimbeni: Pisa, deposte le armi e fiaccata da miseria e malaria, riacquista la speranza di poter nuovamente prosperare e sfamare i propri figli grazie al programma di risanamento e potenziamento della città promosso dai Medici.
- **Le Cappelle Medicee a Firenze.** Ferdinando I desiderò che la gloria dei Medici fosse tramandata anche da monumenti di grande effetto. Nel 1604 si dette inizio, nella chiesa di San Lorenzo a Firenze, alla realizzazione del mausoleo di famiglia, progettato da Giovanni de' Medici e da Bernardo Buontalenti: un'enorme cappella ottagonale interamente rivestita di marmi e pietre dure, che nel disegno originale prevedeva un rivestimento in lapislazzuli per l'interno della cupola,

completata invece con affreschi, a causa dell'enorme costo dell'impresa. Per questa opera, Ferdinando I fondò l'Opificio delle Pietre Dure, ancora oggi in attività, dove marmi e pietre semipreziose venivano intagliate a formare disegni e intarsi di insolito splendore facendo della nuova arte del commesso di pietre dure un vanto del Granducato.

– **Altri ritratti di Ferdinando I.**

Ferdinando II

- **Il dipinto.** In questo ritratto vediamo il giovane Ferdinando a figura intera e in armatura davanti a un pesante drappo di velluto rosso. In mano ha la guaina riccamente decorata della spada appesa al suo fianco. Sul tavolo poggia la corona granducale, che lui non può ancora indossare essendo posto sotto la reggenza di Cristina di Lorena e Maria Maddalena d'Austria. La corona è quella indossata dal padre Cosimo II nel ritratto esposto in questa stessa sala, ed è la medesima che si vede nei ritratti delle due reggenti rappresentate da vedove nella sala successiva.



Figura 2.11: *Ritratto di Ferdinando II de' Medici granduca di Toscana in armatura, Attribuito a Justus Sustermans , Olio su tela, 1590-1610 circa*

- **Il personaggio.** Ferdinando II era figlio del granduca Cosimo II e di Maria Maddalena d'Austria. Quando il padre morì nel 1620, Ferdinando aveva appena undici anni e il Granducato della Toscana fu affidato alla reggenza di sua madre e della nonna paterna Cristina di Lorena. Nel 1623 le due reggenti organizzarono il fidanzamento tra il futuro sovrano allora tredicenne e sua cugina Vittoria della Rovere di due anni, ultima erede del Ducato di Urbino. Nel 1628, alla maggiore età, Ferdinando divenne granduca a tutti gli effetti e regnò fino al 1670.

- **Approfondimenti**

- **Il testamento del padre Cosimo II.** Il padre di Ferdinando, Cosimo II, era afflitto dalla tubercolosi e fu spesso costretto all'immobilità: per questo, già nel 1615, aveva predisposto un testamento per meglio organizzare la tutela e la reggenza del Granducato vista la tenera età del figlio erede al trono. Quando morì il 23 febbraio 1620, Ferdinando aveva solo undici anni ed era ancora troppo giovane per governare: secondo le disposizioni del testamento, la reggenza fu assunta da Cristina di Lorena, sua nonna paterna, e da sua madre Maria Maddalena. Una clausola importante sulle condizioni della reggenza fu che le due donne dovessero essere affiancate da quattro ministri già designati dal defunto granduca e che nessuno potesse accedere al tesoro di famiglia fino alla maggiore età del figlio Ferdinando.
- **Il governo di Ferdinando II.** Nel 1628 Ferdinando divenne granduca e cercò di rimediare al malgoverno delle due reggenti, sua madre Maria Maddalena e sua nonna Cristina di Lorena. In questo difficile compito si fece aiutare da consiglieri competenti e soprattutto dai tre fratelli: Mattia per gli affari militari, Giovan Carlo per la direzione delle finanze e Leopoldo per la politica. Il nuovo granduca si vide costretto ad affrontare la peste del 1630: isolata e messa al sicuro la famiglia nel forte di Belvedere, istituì un ufficio d'igiene ed una serie di lazzaretti requisendo conventi e monasteri. Decisione quest'ultima che provocò l'ira di papa Urbano VIII e una sua censura ai danni dell'ufficio di igiene che fu ben presto chiuso. L'agricoltura, in crisi sotto il governo del padre, mostrò invece rapidi segni di ripresa: Ferdinando fece bonificare molte zone paludose, riavviò le culture agricole ed ebbe l'intuizione di sostituire nei lavori pesanti i cavalli con i dromedari, più resistenti e meno costosi. Il loro allevamento in Toscana fu però ostacolato dalle avverse condizioni ambientali ed ebbe successo soltanto nel clima mite della pineta di San Rossore, nei pressi di Pisa, dove prosperò fino al passaggio dei reparti mongoli al seguito delle truppe tedesche durante la Seconda Guerra Mondiale.
- **L'Accademia del Cimento.** Nel campo culturale e scientifico Ferdinando II fu munifico mecenate, con un vivo personale interesse per le scienze. Nel 1657 il fratello Leopoldo aveva fondato l'Accademia del Cimento che, nonostante la sua breve vita, fu la prima società scientifica europea di carattere sperimentale, illustrato anche dal motto Provando

e riprovando. Ferdinando favorì inoltre gli studi di fisica e di botanica acquisendo esemplari rari o nuovi di piante da destinare agli orti botanici di Pisa e Firenze. Fece realizzare appositamente per gli esperimenti dell'Accademia una serie di nuovi strumenti scientifici nella fonderia granducale del Giardino di Boboli. Si dedicò addirittura personalmente agli studi, eseguendo per esempio prove di incubazione artificiale delle uova di gallina e migliorando le prestazioni di termometro e igrometro.

– **Altri ritratti di Ferdinando II.**

Ferdinando III

- **Il dipinto.** In questo dipinto di grandi dimensioni il granduca è raffigurato in un sontuoso interno di palazzo nelle vesti di Gran Maestro dell'Ordine di Santo Stefano. Accanto a lui, un piccolo tavolo accoglie un ricco mantello azzurro e la corona granducale.



Figura 2.12: *Ritratto di Ferdinando III di Lorena, Giovanni Battista Tempesti, Olio su tela, fine XVIII sec.*

- **Il personaggio.** Ferdinando III di Lorena, figlio di Pietro Leopoldo e di Maria Luisa di Borbone, si trovò a capo del Granducato di Toscana in uno dei momenti più difficili e delicati della storia europea. All'indomani della Rivoluzione francese e in occasione dei conflitti post rivoluzionari, il granduca tentò la strada della neutralità, cosciente delle insufficienti forze militari della Toscana. Nel 1799 il Granducato fu consegnato a Napoleone e l'esilio di Ferdinando III ebbe inizio. Terminerà solo nel 1814 all'indomani dell'abdicazione dell'imperatore francese. Ferdinando III morì nel 1824, dopo aver contratto la malaria.

- **Il pittore.** Formatosi a Pisa, qui svolse anche il suo primo e proficuo periodo di attività lavorando non solo per le più importanti famiglie pisane, ma ricevendo anche commissioni in ambito ecclesiastico. Durante la sua permanenza in Toscana lavorò anche a Firenze in Palazzo Pitti affrescando la sala della musica per Pietro Leopoldo. Nel 1757 si recò a Roma, dove subì la grande influenza del pittore neoclassico lucchese Pompeo Batoni. Morì a Pisa nel 1804 e fu sepolto nel Camposanto Monumentale.
- **Approfondimenti.**
 - **Altri ritratti di Ferdinando III.**

Francesco I

- **Il dipinto.** Nel quadro qui presentato, Francesco I è raffigurato con tutti gli attributi del suo potere: vestito con un ricchissimo abito, il Lorena posa a fianco di un tavolino sul quale è appoggiata la divisa da Gran Maestro dell'Ordine di Santo Stefano. Bisogna infatti ricordare che il titolo di granduca di Toscana comportava anche l'attribuzione di tale carica. Francesco I fa con la mano un gesto ben chiaro, il numero tre, e lo rivolge alle tre corone adagiate sul mantello insieme allo scettro e al globo imperiali.



Figura 2.13: *Ritratto di Francesco I di Lorena, Giovanni Domenico Ferretti , Olio su tela, XVIII sec.*

- **Il personaggio.** All'indomani della morte di Gian Gastone de' Medici, in virtù dei legami matrimoniali tra la famiglia fiorentina e i Lorena (Ferdinando I sposò Cristina di Lorena nel 1589), Francesco ottenne, col beneplacito europeo, il Granducato di Toscana. Scese per la prima volta nel suo regno

insieme alla moglie Maria Teresa d'Asburgo nel 1738. La loro permanenza fu molto breve, circa tre mesi, anticipazione evidente delle modalità con cui si occuperà del territorio. In Toscana si ebbe infatti una reggenza più che una presenza costante del sovrano, il quale preferì di gran lunga la corte viennese e lo svolgimento delle mansioni di imperatore. In concreto quindi la macchina governativa fu gestita dai suoi fedeli collaboratori, a capo dei quali, nel corso degli anni, si avvicendarono Marc de Beauvau, principe di Craon, Emmanuel de Nay, conte di Richecourt ed infine Antonio Botta Adorno.

- **Il pittore.** Nato a Firenze da una famiglia di origine emiliana, trascorse i primi anni della sua carriera di pittore fra Imola e Bologna. Qui ebbe modo di assorbire la maniera dei grandi pittori del Seicento come Annibale Carracci, Guercino, Domenichino e Guido Reni ma anche la pittura di genere popolareggiante come quella di Giuseppe Maria Crespi, del quale fu diretto allievo. Tornato a Firenze nel 1719 con una lettera di raccomandazione per l'allora Granduca Cosimo III de' Medici, il Ferretti iniziò la sua carriera in Toscana come frescante. Ebbe numerose richieste per affrescare oratori e chiese minori che però ebbero una pessima fortuna e furono soppresse e lasciate in abbandono, affreschi compresi, al tempo del riformista granduca Pietro Leopoldo nella seconda metà del Settecento. Il suo impegno più importante fu la decorazione del soffitto e varie cappelle della chiesa fiorentina di Santa Maria del Carmine alla quale lavorò dal 1755 sino alla sua morte nel 1768.
- **Approfondimenti.**
 - **Le tre corone.** Le corone cui il granduca rivolge la propria mano hanno una connotazione ben precisa. Delle tre, quella che si trova a sinistra, appartiene al Granducato di Toscana, ed infatti a spiccare tra i vari elementi decorativi è il giglio rosso fiorentino. Va inoltre ricordato che quando Cosimo III de' Medici ricevette dall'imperatore il 'diritto al trattamento regio' aggiunse sopra la corona granducale gli archetti ed il globo, elementi tipici della corona regale. La corona al centro, decorata con pietre preziose incastonate ed alternate a piccole placche smaltate, è riferibile al Sacro Romano Impero mentre quella sulla destra è con tutta probabilità riferibile al titolo di re di Boemia che Francesco I acquisì grazie al matrimonio con Maria Teresa.
 - **Santo Stefano dei Cavalieri.** La prima pietra della chiesa fu posata il 17 aprile del 1565 da Cosimo I, committente del rinnovato spazio pub-

blico di Piazza dei Cavalieri in onore dell'Ordine dei Cavalieri di Santo Stefano da lui fondato. L'edificio fu progettato da Giorgio Vasari ed i lavori furono ultimati nell'agosto del 1567. La consacrazione avvenne il 21 dicembre 1569. Nell'Ottocento fu indetto un concorso per rinnovare drasticamente il volto della chiesa: dei numerosi progetti pervenuti venne scelto quello di Pasquale Poccianti, che prevedeva la realizzazione di due navate laterali articolate per mezzo di grandi colonnati. Solo nel 1859 dopo la soppressione dell'Ordine, l'Ing. Gaetano Niccoli intervenne sull'edificio realizzando la sistemazione che tutt'oggi si può vedere. L'interno è vasto e luminoso e presenta una ricca decorazione tesa a celebrare le imprese dell'Ordine. Il sontuoso soffitto ligneo fu commissionato da Ferdinando II nel corso dei primi anni del Seicento.

– **Altri ritratti di Francesco I.**

Leopoldo II

- **Il dipinto.** L'opera fa parte del ciclo di tele che si trovavano nella chiesa di Santo Stefano dei Cavalieri realizzate per celebrare i granduchi di Toscana, succedutisi nel corso degli anni, in veste di Gran Maestri dell'Ordine. Il granduca è rappresentato in piedi tra due tavolini: su quello alla sua destra sono appoggiati gli attributi del potere (corona e bastone), su quello alla sua sinistra lo Statuto fondamentale, simbolo dell'azione più importante svolta durante il suo regno.



Figura 2.14: *Ritratto di Leopoldo II, Giuseppe Bezzuoli, Olio su tela, XVIII sec.*

- **Il personaggio.** Secondogenito di Ferdinando III di Lorena e di Luisa Maria Amalia Borbone di Napoli, Leopoldo II salì al trono nel 1824 e fu

l'ultimo granduca di Toscana: dopo di lui sarà Bettino Ricasoli a guidare la regione verso l'annessione al Regno d'Italia. Dopo un'iniziale appoggio ai moti del '48 fu costretto dalla politica democratica del governo di Guerrazzi e Montanelli a rifugiarsi a Gaeta. Rientrato a Firenze nell'aprile del 1849 come sovrano filo austriaco, si arrese alla spinta libertaria popolare e nel 1859 partì per l'esilio in Boemia. Morirà durante una breve visita a Roma nel 1870. Ebbe due consorti, Maria Anna Carolina di Sassonia e Maria Antonia Borbone di Sicilia, che lo resero padre per ben tredici volte.

- **Il pittore.** Giuseppe Bezzuoli fu un pittore che predilesse i soggetti storici, eseguendo anche molti ritratti. Affreschi recanti la sua firma si trovano nelle ville e nei palazzi delle più importanti città toscane. Preferì i temi romantici ma non si allontanò mai dai canoni accademici. Insegnò infatti all'Accademia di Belle Arti di Firenze dove ebbe la cattedra di pittura nel 1844: tra i suoi allievi celebri pittori come Antonio Ciseri, Carlo Ademollo, Annibale Gatti, Giovanni Fattori e Silvestro Lega. Morì a Firenze, sua città natale.

- **Approfondimenti.**

- **Lo statuto fondamentale.** Lo Statuto fondamentale fu firmato da Leopoldo II il 15 febbraio 1848. La denominazione richiamava la tradizione della legislazione cittadina, ma si trattava in realtà di una moderna costituzione, che faceva così la sua comparsa in Toscana, inserendola nel novero degli Stati ordinati secondo i criteri della nuovissima monarchia costituzionale. Lo Statuto stabiliva che il potere legislativo fosse esercitato dal parlamento e dal granduca che ne controllava l'operato. Il parlamento era composto di due camere: il Senato, di nomina granducale e vitalizia, e il Consiglio Generale, eletto su base censitaria. Quest'ultima era la novità più significativa, segnando il carattere rappresentativo dell'assetto istituzionale toscano. Elementi distintivi risultavano anche il riconoscimento dell'eguaglianza di tutti i sudditi di fronte alla legge e l'accettazione dei vari culti a fianco della religione cattolica che però rimaneva la sola religione di Stato. La pubblicazione dello Statuto provocò nelle città toscane moti di felicità: *'...Il Popolo si accalcava presso le Logge de' Lanzi ove un cittadino leggeva quello Statuto. Altri si unirono in capannelli nel mezzo della piazza, altri al piè del David di Michelangelo...'* (L'Alba, 17 febbraio 1848).

- **La Ferrovia Leopolda.** Il 7 giugno 1841 si tenne la prima assemblea della società incaricata della costruzione della ferrovia. In tale occasione vi fu l'elezione del consiglio di amministrazione che deliberò di assumere il nome di *Società Anonima* per la *Strada Ferrata Leopolda* in onore del sovrano; da qui il nome di *Ferrovia Leopolda*. I lavori iniziarono partendo da Livorno con un binario unico: l'obiettivo era quello di far fruttare subito il collegamento con il porto. L'inaugurazione ufficiale del primo tratto Livorno-Pisa (12,3 km) avvenne il 13 marzo 1844 e il giorno successivo la linea fu aperta al pubblico. Il successo fu strepitoso, sia a livello merci che a livello passeggeri, ed affrettò il passo dei cantieri: Pontedera fu raggiunta il 19 ottobre 1845, Empoli il 20 giugno 1847 e l'anno successivo, il 12 giugno 1848 l'intera linea, lunga 97 km, era aperta al traffico da Livorno San Marco a Firenze stazione Leopolda, presso Porta al Prato.
- **Il Congresso degli Scienziati.** Carlo Luciano Bonaparte, nipote di Napoleone e zoologo di fama internazionale, vista la felice riuscita dei congressi degli scienziati che si erano tenuti oltralpe, aveva contattato già dal 1838 il granduca di Toscana Leopoldo II affinché concedesse la città di Pisa come sede di un'esperienza analoga. Il congresso si svolse dal 1° al 15 ottobre 1839 e l'immagine della Toscana come culla delle scienze naturali ne uscì rafforzata, lungo un filo che andava dai Medici protettori di Galileo, a Pietro Leopoldo sostenitore della funzione educativa e civilizzatrice della scienza, fino a Leopoldo II mecenate e garante delle riunioni scientifiche. Le materie ammesse erano rigorosamente legate alle discipline naturalistiche come fisica, chimica e matematica, geologia, mineralogia e geografia, botanica e fisiologia vegetale, zoologia e anatomia comparativa, medicina, agronomia e tecnologia.
- **Altri ritratti di Leopoldo II-**

Pietro Leopoldo

- **Il dipinto.** In quest'opera Pietro Leopoldo è raffigurato di tre quarti e a mezzo busto, seguendo così le più classiche regole della ritrattistica ufficiale. Ma non veste i panni del granduca, bensì la divisa militare. Questa scelta risulta fondamentale perché permette di cogliere il senso dato da Pietro Leopoldo all'investitura ottenuta: non già il fasto e gli onori, ma la concretezza e l'attività ininterrotta da 'sovrano illuminato', come preferiva

essere definito. Sul petto porta il nastro riferibile all'onorificenza imperiale del Toson d'Oro. La spilla, che si sostituì nel XVI secolo al collare nelle occasioni meno ufficiali e per la quotidianità, porta in sospensione un vello di ariete appeso per la vita con le zampe e la testa ciondolanti. Il simbolo si ispira al mito pagano della pelle dell'ariete sacro a Giove ricercata da Giasone, talismano contro le potenze infernali.



Figura 2.15: *Ritratto di Pietro Leopoldo, Vincenzo Giuria, copia da Raphael Mengs, Olio su tavola, seconda metà del XVIII sec.*

- **Il personaggio.** Pietro Leopoldo, figlio di Francesco I di Lorena, salì al trono granducale a soli diciotto anni nel 1765. Vi rimarrà fino al 1790 quando, a seguito della morte del fratello Giuseppe, ne erediterà la corona imperiale. Ebbe ben sedici figli dalla consorte Maria Luisa di Borbone.
- **Approfondimenti.**
 - **Pietro Leopoldo, il sovrano illuminato.** Pietro Leopoldo fu un governante abile e presente che fece sue le idee innovative dell'Illuminismo. Grazie a lui il Granducato visse una stagione di rinnovamento e modernizzazione. Si batté per l'abolizione dei privilegi del clero attuando per primo l'istituto della soppressione degli ordini religiosi e dell'incameramento dei loro beni per far fronte all'altissimo debito pubblico. Non per ultima, la decisione, che a tutt'oggi pone la Toscana all'avanguardia, di abolire la pena di morte e la tortura.
 - **Pietro Leopoldo e la cultura.** Il fermento illuminista spinse il granduca a sviluppare progetti di riforma, razionalizzazione e valorizzazione del patrimonio toscano. Tra i più importanti il potenziamento dell'Accademia di Belle Arti, alla quale dette il carattere di istituto di

istruzione artistica pubblico e gratuito, la fondazione del Museo di Storia Naturale e l'apertura al pubblico previo pagamento di un biglietto della Galleria degli Uffizi. Stimolò inoltre i periodici coevi, tra cui le 'Novelle letterarie' e il 'Giornale dei letterati di Pisa'. Il granduca puntò molto anche sul teatro che però non era da lui inteso come mero diletto per l'aristocrazia e la borghesia cittadina, ma ebbe sempre un ruolo molto importante nel programma di rinnovamento sociale. Inteso come strumento di elevazione morale e di insegnamento, e aperto anche a un pubblico popolare, era il mezzo adatto a formare la nuova classe su cui fondare le sue speranze di sovrano illuminato.

- **Il Teatro Rossi.** A Pisa, dove trascorse molti inverni, Pietro Leopoldo promosse nel 1770 la costruzione del Teatro Rossi (nome che in realtà prenderà solo nel 1878 a sostituzione dell'originale Prini), nelle immediate vicinanze di Palazzo Reale. Il progetto grafico venne affidato a Zanobi del Rosso, architetto delle fabbriche reali. Egli ideò per il teatro una pianta a ferro di cavallo con 56 palchi suddivisi in 4 ordini e con un palco reale a balconcino. Il terreno designato per l'edificazione del teatro fu concesso gratuitamente dal granduca, ma la presenza di altri edifici costrinse l'architetto a dare alla pianta una singolare forma trapezoidale che rendeva il palcoscenico più profondo sul lato destro. Orazio Cecconi, 'Capo Maestro Muratore', eresse la struttura sotto il controllo dell'Arch. Del Rosso e dell'Ing. Bombicci; l'apparato decorativo fu eseguito da Mattia Tarocchi e il sipario dal Tempesti. Da contratto al Cecconi spettava la proprietà del teatro, che condivise in seguito con il nobile pisano Gaetano Prini. Successivamente si avvicendarono diversi proprietari che apportarono variazioni anche di rilievo all'edificio: l'Accademia dei Costanti nel 1798 e l'Accademia dei Ravvivati nel 1820. Con la costruzione, nel 1867, del nuovo Teatro Verdi, il Rossi iniziò la sua decadenza. Si tentò di rilanciarlo più volte, ma gli sforzi compiuti negli anni non ne impedirono la trasformazione in cinematografo. Cessò ogni attività nel 1966, e fu affidato alla Soprintendenza nel 1981.
- **Altri ritratti di Pietro Leopoldo.**

Violante di Baviera

- **Il dipinto.** In questo ritratto Violante è rappresentata a tre quarti appoggiata su un cuscino di velluto. Indossa un abito sfarzoso con ampia scollatura

e una sottoveste con pizzi, secondo i dettami della moda settecentesca. Sulle spalle ha un drappo foderato con pelliccia di ermellino. L'acconciatura dei capelli è molto elaborata ed impreziosita da pietre e perle.



Figura 2.16: *Ritratto di Violante Beatrice di Baviera, autore ignoto, Olio su tela, XVIII sec.*

- **Il personaggio.** Violante Beatrice di Baviera, figlia di Ferdinando Maria di Baviera e di Enrichetta Adelaide di Savoia, fu la moglie di Ferdinando de' Medici, principe ereditario al trono di Toscana, morto senza lasciare eredi prima di diventare granduca. Il matrimonio non rese nessuno dei due coniugi felici. Ferdinando tradì spesso e apertamente la moglie, che comunque gli rimase vicino assistendolo anche durante gli ultimi anni di vita. Come segno di devozione coniugale, Violante dispose che alla propria morte il suo cuore imbalsamato fosse seppellito insieme al marito. Priva dell'amore coniugale, Violante godette però della stima e dell'affetto della corte e del popolo toscano. Fu una persona amabile e di cultura: parlava diverse lingue, si interessava di letteratura, di teatro e di musica tanto da improvvisare poesie e versi e scrivere commedie teatrali.
- **Approfondimenti.**
 - **Governatrice di Siena.** Violante rimasta vedova, assunse la luogotenenza di Siena nel 1717 per volere del suocero Cosimo III. Il suo compito non era tanto quello di occuparsi di politica, incarico che spettava al governo centrale di Firenze, quanto coltivare buone relazioni con le altre corti e le famiglie nobili italiane ed europee. Fu molto amata anche dal popolo senese che la ricorda tuttora per la sua decisione di stilare le regole precise per l'esecuzione del Palio nel 1721 e per aver stabilito i

confini delle contrade con il bando ‘Nuova divisione dei confini delle Contrade’ datato 13 settembre 1729 e da allora rimasto invariato.

- **Le Bellezze Ovali.** Fra il 1690 e il 1691 Violante affidò l’incarico di ritrarre le più belle dame di Firenze e di Lucca ad Antonio Franchi, pittore lucchese, che ne eseguì più di venti. In realtà la serie delle *Bellezze* non fu esclusivamente affidata al Franchi, poiché dagli inventari della villa di Lappoggi, divenuta dimora di Violante alla morte del marito Ferdinando nel 1713, sono registrati 66 ovali di dame non solo fiorentine e lucchesi ma anche genovesi, bolognesi, padovane, pisane, senesi e tedesche, molte delle quali non identificate. La serie è giunta incompleta: rimangono solo 48 dei 66 ritratti, numerosi ancora con la cornice originale descritta negli antichi inventari come ‘... *adornamenti d’albero intagliati e dorati con cappi di legno intagliati e straforati*’. I ritratti si trovano ora esposti nelle sale del Museo Nazionale di Palazzo Reale e in altri ambienti della Soprintendenza.
- **Altri ritratti di Violante di Baviera.**

Vittoria della Rovere

- **Il dipinto.** In questo ritratto Vittoria è rappresentata in piedi a tre quarti ed indossa un abito nero sopra una sottoveste bianca ad ampie maniche con un velo nero in testa. Una spilla tempestata di pietre a forma di croce tiene fermo un ampio drappo blu con disegni floreali dorati che le cinge le spalle; al suo fianco vediamo appoggiata la corona granducale. Sappiamo che Vittoria, benché non particolarmente attraente, amò molto farsi ritrarre, spesso addirittura nelle vesti di santa in segno della sua religiosità.
- **Il personaggio.** Vittoria Feltria della Rovere, nata a Pesaro nel 1622, ultima discendente dei Della Rovere duchi di Urbino, era la figlia di Federico Ubaldo della Rovere e Claudia de’ Medici, quindi nipote del granduca Ferdinando I di Toscana. La madre tornò a Firenze alla morte del marito, avvenuta quando la piccola Vittoria aveva meno di un anno di vita. Lì Vittoria fu accudita dalle due reggenti al trono granducale, la zia Maria Maddalena d’Austria, moglie di Cosimo II, e la nonna Cristina di Lorena, vedova di Ferdinando I, nonché tutrici del granduca titolare Ferdinando II, ancora minorenne. Le due organizzarono il fidanzamento tra i cugini Vittoria e Ferdinando II, i quali si sposarono nel 1634 dopo che Ferdinando era già stato investito del titolo granducale.



Figura 2.17: *Ritratto di Vittoria della Rovere, autore ignoto, Olio su tela, XVIII sec.*

- **Approfondimenti.**

- **L'eredità di Vittoria.** Le due reggenti Cristina di Lorena e Maria Maddalena d'Austria giudicarono il matrimonio tra Ferdinando e Vittoria, ultima erede del Ducato di Urbino, una buona occasione per estendere i territori del Granducato. In realtà papa Urbano VIII infranse i progetti toscani, conquistando senza troppe opposizioni il Ducato e concedendo a Vittoria solo i mobili, le suppellettili e i dipinti che adornavano il Palazzo Ducale. Arrivò così a Firenze un corteo di carri contenenti un patrimonio di inestimabile valore: alcuni capolavori di Tiziano, come la nota *Venere di Urbino*, il famoso dittico de *I duchi di Montefeltro* di Piero della Francesca, opere di Raffaello e di altri grandi maestri, che incrementarono la già ricca collezione medicea.
- **Altri ritratti di Vittoria della Rovere.**

2.3 Scelta del metodo di lavoro

In un primo momento il metodo di lavoro iniziale consisteva nella costruzione di un database, strutturato in modo tale che contenesse tutti i campi presenti nelle schede descrittive, con SQLite.

SQLite è una libreria software scritta in linguaggio C che implementa un DBMS¹ SQL² incorporabile all'interno di applicazioni. Il suo creatore, D. Richard

¹Un Database Management System è un sistema software progettato per consentire la creazione e la manipolazione e l'interrogazione efficiente di database, ovvero di collezioni di dati strutturati.

²Lo Structured Query Language è un linguaggio di interrogazione per database progettato

Hipp, lo ha rilasciato nel pubblico dominio, rendendolo utilizzabile quindi senza alcuna restrizione.

SQLite permette di creare una base di dati incorporata in un unico file, come nel caso dei moduli *Access* di Microsoft Office.

La libreria offre molte caratteristiche interessanti:

- è compatta e molto veloce, in molti casi più di MySQL³ e PostgreSQL⁴;
- include un programma di utilità a riga di comando per accedere al database manualmente e normalmente non richiede alcun lavoro di amministrazione.

Una peculiarità di SQLite è la gestione flessibile dei tipi di dati: ogni campo può contenere qualsiasi tipo di dato.

La costruzione del database è stata solo accennata, perché è stato proposto un altro metodo di lavoro: l'utilizzo di RDF e la creazione di ontologie.

Concetto nuovo che ha portato allo studio e alla consultazione di materiali per il criterio lavorativo, che verranno spiegati e approfonditi nei capitoli successivi.

RDF è un formato per esprimere relazioni tra concetti.

2.4 Perchè usare le ontologie?

La realizzazione di applicazioni web o applicazioni che hanno a che fare con un gran numero di dati e che sono di una certa complessità, porta alla necessità di suddividere il lavoro. Pertanto è necessario che tutti i membri collaboratori conoscano il dominio applicativo e le sue caratteristiche con un dato livello di profondità. L'uso delle ontologie semplifica la soluzione a tale problema perché esse, codificando anche la semantica dei termini, consentono di associare un significato univoco sia tra i collaboratori che tra i collaboratori e gli utenti, che utilizzeranno il prodotto.

È importante sottolineare che un'ontologia include non solo i termini in essa definiti, ma anche la conoscenza che ne può essere derivata mediante un processo d'inferenza.

per leggere, modificare e gestire dati memorizzati in un sistema di gestione di basi di dati.

³MySQL, definito Oracle MySQL, è un Relational database management system (RDBMS), composto da un client con interfaccia a caratteri e un server.

⁴PostgreSQL è un completo database relazionale ad oggetti rilasciato con licenza libera. Offre caratteristiche uniche nel suo genere che lo pongono per alcuni aspetti all'avanguardia nel settore dei database.

2.5 Vantaggi delle ontologie

I vantaggi delle ontologie possono essere sintetizzati nei punti seguenti:

- accesso dati trasparente: nasconde all'utente dove e come sono memorizzati i dati;
- vista concettualizzata dei dati (approccio allo schema concettuale anziché dai dati);
- espressività elevata: la descrizione di un concetto non è un semplice elenco di attributi, ma la composizione ricorsiva di costrutti logici che consentono di definire un concetto come intersezione, unione, complemento, disgiunzione o enumerazione di più concetti;
- condividere una conoscenza e un vocabolario comuni tra uomo/uomo, uomo/macchina, macchina/macchina;
- riuso della conoscenza.

La struttura semantica delle ontologie mette in evidenza la differenza di composizione e disposizione dei dati rispetto ai database relazionali, nei quali tutta l'informazione deve essere contenuta nella logica dell'applicazione. Una buona ontologia dovrebbe avere le seguenti caratteristiche:

- essere chiara e concisa: ciascun concetto è rilevante e non ci sono duplicati;
- non fare assunzioni implicite;
- essere coerente: permette la presenza di tutte e sole le inferenze che sono consistenti con le definizioni dei concetti;
- essere modificabile;
- essere riusabile.

Capitolo 3

Approccio al lavoro

3.1 Web Semantico

La semantica è quella parte della linguistica che studia il significato delle parole (semantica lessicale), degli insiemi delle parole, delle frasi (semantica frasale) e dei testi[19].

La semantica, oltre che fonte di studio, è anche stata fonte di applicazione in notevoli contesti; tra questi, uno dei più importanti è il *World Wide Web*, dal quale deriva il *Semantic Web*[17].

Con il termine Web Semantico si intende la trasformazione del WWW in un ambiente dove i documenti pubblicati siano associati a informazioni e dati (metadati) che ne specificano il contesto semantico in un formato adatto all'interrogazione, all'interpretazione e, più in generale, all'elaborazione automatica da parte di un elaboratore elettronico.

Con l'interpretazione del contenuto dei documenti che il Web Semantico sostiene, saranno possibili ricerche molto più evolute delle attuali basate sulla presenza nel documento di parole chiave, e altre operazioni specialistiche come la costruzione di reti di relazioni e connessioni tra documenti secondo logiche più elaborate del semplice link ipertestuale.

Per la sua costruzione e definizione si utilizza l'XML, un linguaggio che consente di descrivere semanticamente le diverse parti di un documento.

Un documento così descritto può poi essere elaborato per usi diversi: estrazione di informazioni secondo specifici criteri, riformulazione per l'adattamento ad altri formati, visualizzazione in funzione delle capacità del terminale.

Quindi il Web Semantico è un ambiente dichiarativo, in cui si specifica il significato dei dati e non il modo in cui si intende utilizzarli. *La semantica dei*

dati consiste nel dare alla macchina delle informazioni utili in modo che essa possa utilizzarli nel modo corretto, convertendoli eventualmente.

3.1.1 Architettura

Parlò di Semantic Web per la prima volta Tim Berners-Lee in un suo articolo apparso su *Scientific American* del Maggio 2001, nel quale egli affermava: ‘Il Web Semantico è un’estensione del Web attuale, in cui le informazioni hanno un ben preciso significato e in cui computer e utenti lavorano in cooperazione’. In un altro intervento del 1999¹ egli aveva già presentato così la sua visione del Web, come una realtà diversa da quella attuale, non una sua alternativa, ma una sua evoluzione: ‘Ho fatto un sogno riguardante il Web [...] ed è un sogno diviso in due parti. Nella prima parte, il Web diventa un mezzo, di gran lunga più potente, per favorire la collaborazione tra i popoli. Ho sempre immaginato lo spazio dell’informazione come una cosa a cui tutti abbiano accesso immediato e intuitivo, non solo per navigare, ma anche per creare. Nella seconda parte del sogno, la collaborazione si allarga ai computer. Le macchine diventano capaci di analizzare tutti i dati sul Web, il contenuto, i link e le transazioni tra persone e computer. [...] i meccanismi quotidiani di commercio, burocrazia e vita saranno gestiti da macchine che parleranno a macchine, lasciando che gli uomini pensino soltanto a fornire l’ispirazione e l’intuito. Questo si concretizzerà introducendo una serie di progressi tecnici e di adeguamenti sociali attualmente in fase di sviluppo. [...] il Web sarà un luogo in cui l’improvvisazione dell’essere umano e il ragionamento della macchina coesisteranno in una miscela ideale e potente’. Da allora egli ha associato questo termine all’idea di un Web nel quale agiscano ‘agenti intelligenti’, che altro non sono che applicazioni in grado di comprendere il significato dei documenti presenti nel Web. Questi agenti, inoltre, dovrebbero guidare l’utente verso l’informazione ricercata o sostituirsi all’utente stesso nello svolgimento di alcune operazioni. Una di queste è quella di comprendere il significato dei testi contenuti nelle pagine web, per poi creare percorsi all’interno del Web stesso, in base alle richieste dell’utente, con la possibilità di spostarsi di sito in sito tramite i collegamenti logici dell’informazione. E’ a questo punto che, oltre ai collegamenti sintattici, vengono messi in pratica i collegamenti semantici. Questi agenti hanno anche il compito di verificare l’attendibilità di una informazione reperita, tramite ricerche incrociate o con altri metodi, che saranno illustrati nei capitoli seguenti. Così facendo, si può ‘automatizzare la ricerca delle pagine’. Per far questo, è necessario che, durante la creazione delle pagine, le informazioni siano definite

¹Tim Berners-Lee, Mark Fischetti, *Weaving the Web*, Harper, San Francisco, 1999

ed inserite secondo precise regole semantiche. Da qui l'aggettivo 'Semantico' che viene dato al Web la cui evoluzione segue questa nuova strada.

Bernes insieme ai ricercatori del W3C, definì un'architettura che determina il Semantic Web attraverso i seguenti livelli, dal basso verso l'alto:

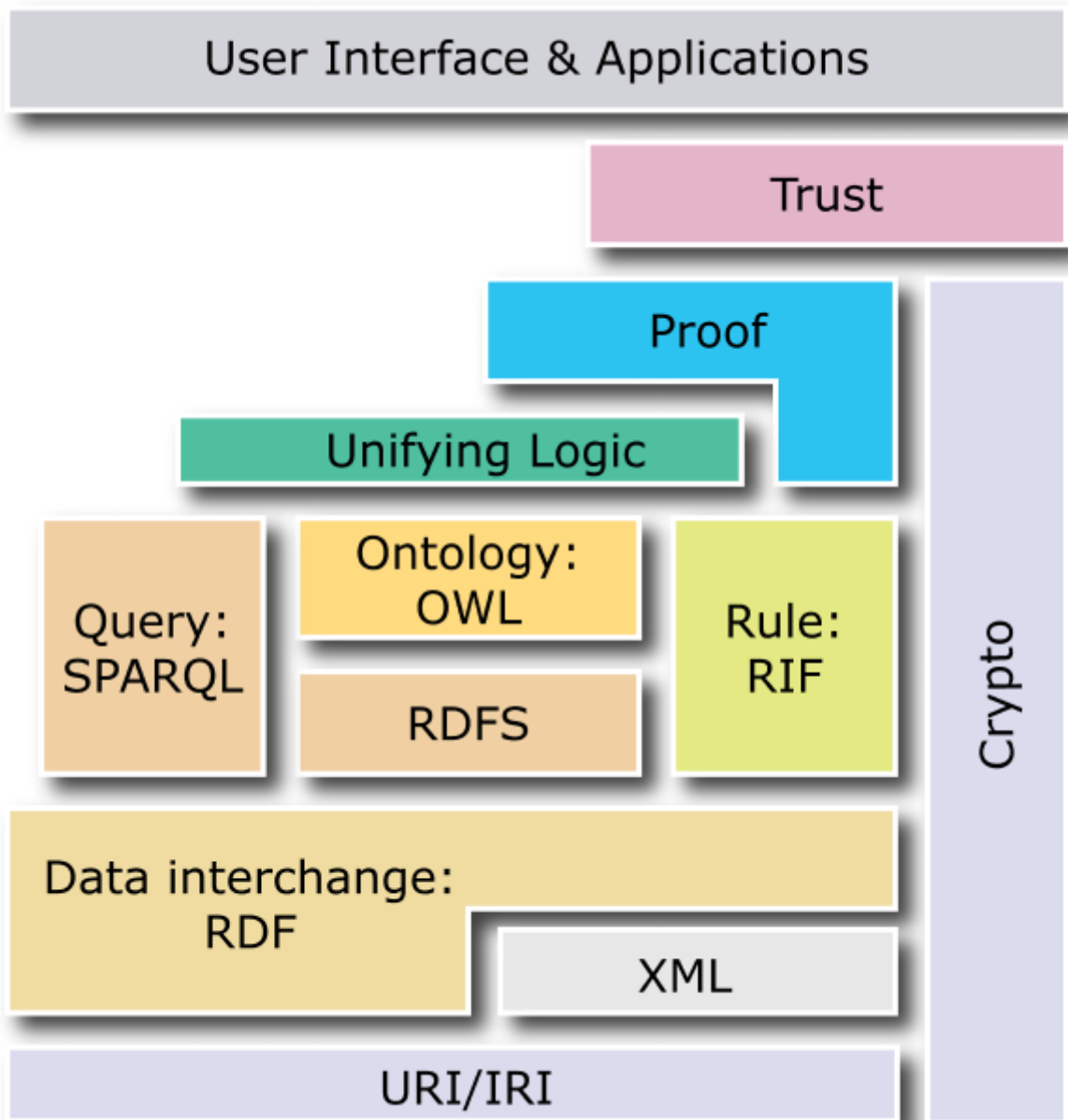


Figura 3.1: *Struttura del Web Semantico*[18]

- **URI² (Uniform Resource Identifier)**, che permette di identificare i

²Estensione dell'URL (Uniform Resource Labor), è una stringa che identifica univocamente una risorsa generica che può essere un indirizzo Web, un documento, un'immagine, un file, un servizio, un indirizzo di posta elettronica, ecc.

concetti e i termini fondamentali per la codifica delle informazioni, collegando ogni concetto alla sua definizione, rinvenibile sul Web attraverso l'URI stesso.

- **XML (eXtensible Markup Language)**, un linguaggio di marcatura che permette di creare dei propri tag per la strutturazione delle informazioni. L'XML lavora a livello sintattico consentendo l'interscambio di informazioni. Sopra di esso sono molti i modelli semantici realizzabili.
- **RDF (Resource Description Framework)**, insieme a **RDF Schema** permette di effettuare l'interscambio di dati sul Web. L'informazione è codificata in triple che consentono di descrivere le risorse e i tipi di dato.
- **Livello Ontologico**, dove si trovano le **Ontologie**, ovvero quei documenti che definiscono formalmente le relazioni tra i termini, le regole e **SPAR-QL**, linguaggio di interrogazione che permette di effettuare le richieste nell'ambiente web.
- **Livello Logico**, va al di là di quello ontologico, in cui vengono utilizzate le asserzioni definite nei livelli sottostanti per derivare nuova conoscenza.
- **Trust e Proof**, ultimi due livelli della pila, ancora in fase di studio da parte del W3C.

3.1.2 Obiettivi del Web Semantico

Gli obiettivi del Web Semantico sono molteplici:

- migliorare l'efficienza e la precisione dei motori di ricerca;
- realizzare sistemi di catalogazione dei contenuti e delle relazioni tra le pagine di un particolare sito web;
- favorire la condivisione e lo scambio di informazioni tra agenti software intelligenti;
- aumentare l'accessibilità dell'informazione e l'integrazione di informazioni provenienti da sorgenti diverse;
- riunire in un unico documento logico collezioni di pagine web semanticamente correlate ma distribuite su più siti;
- semplificare l'automazione di transazioni di tipo commerciale, aumentandone la sicurezza;

- descrivere i diritti di proprietà intellettuale di pagine web;
- permettere sia a ciascun utente di esprimere le preferenze sul trattamento elettronico dei propri dati personali, sia ai siti web di comunicare le politiche di riservatezza che essi adottano. Ad esempio il progetto P3P (*Platform for Privacy Preferences Project*), promosso dal W3C, ha lo scopo di consentire ai siti web di descrivere la propria politica di privacy in un formato standard che possa essere automaticamente recuperato ed interpretato dagli agenti software P3P degli utenti; gli utenti potranno istruire gli agenti una volta per tutte sulle proprie decisioni in materia di privacy, evitando così di dover leggere le politiche di riservatezza di ogni sito visitato;
- aumentare il livello di fiducia degli utenti sulla qualità dei servizi e delle risposte del web semantico, grazie all'uso estensivo della firma digitale.

Concludendo si può affermare che l'idea del Web Semantico nasce dalla necessità di estendere l'attuale Web in modo da favorire lo scambio di informazioni oltre che tra esseri umani anche tra programmi per computer, tramite una rappresentazione che anche questi ultimi siano in grado di utilizzare e, in un certo modo, di comprendere.

Grazie a questa nuova concezione, la connessione fra i testi e le parole va al di là del legame sintattico, ma si basa soprattutto sul significato dei documenti pubblicati e sulla possibilità di metterli in relazione fra loro mediante parole-chiave che 'sostengono' il testo scritto. La possibilità di scambio di informazioni tra programmi aumenta indirettamente ed esponenzialmente la quantità di informazioni che possono utilizzare gli esseri umani.

3.1.3 Rappresentazione della conoscenza

Berners-Lee afferma che la rappresentazione della conoscenza è un insieme di collezioni strutturate di informazioni e regole di inferenza che possano permettere ai computer di effettuare dei ragionamenti automatici. Con questa definizione ci si è voluto staccare dai tradizionali sistemi di rappresentazione della conoscenza, che richiedevano che ognuno condividesse esattamente le stesse definizioni di concetti comuni, con conseguenti limiti alle possibili interrogazioni che potevano essere effettuate. La sfida quindi era quella di sviluppare un linguaggio che permettesse di esprimere insieme le regole e i dati.

RDF è stato tra i primi linguaggi sviluppati per il Semantic Web e utilizzato per questo scopo.

3.2 RDF[9]

I *metadati* sono informazioni, comprensibili dalla macchina, relative a una risorsa web o a qualche altra cosa. Il punto chiave di questi elementi è che sono comprensibili dalla macchina (*machine-understandable*), quindi sono un tipo di informazione che può essere utilizzata dai software agent, per fare un uso appropriato delle risorse, rendendo più semplice e veloce il funzionamento del Web.³

L'uso efficace dei metadati richiede che vengano stabilite delle convenzioni per la *semantica*, la *sintassi* e la *struttura*. Le singole comunità interessate alla descrizione delle loro risorse specifiche definiscono la semantica dei metadati pertinenti alle loro esigenze. La sintassi, cioè l'organizzazione sistematica dei data element per l'elaborazione automatica, facilita lo scambio e l'utilizzo dei metadati tra applicazioni diverse. La struttura può essere vista come un vincolo formale sulla sintassi, per una rappresentazione consistente della semantica.

Il linguaggio RDF[20], acronimo di *Resource Description Framework*, è lo strumento base per la codifica, lo scambio e il riutilizzo di metadati strutturati, e consente l'interoperabilità tra applicazioni che si scambiano sul Web informazioni machine-understandable. RDF permette l'identificazione univoca di ogni risorsa e prevede che a ogni risorsa possano essere collegati dei metadati che ne descrivano il contenuto. I settori nei quali RDF può essere utilizzato e portare vantaggi sono i più disparati.

Seguono alcuni esempi:

- descrizione del contenuto di un sito Web, o di una pagina, o di una biblioteca digitale;
- implementazione di *intelligent software agent* per lo scambio di conoscenza e un utilizzo migliore delle risorse Web;
- *classificazione* del contenuto per applicare criteri di selezione;
- descrizione di un insieme di pagine che rappresentano un singolo documento logico.

3.2.1 RDF Data Model

RDF fornisce un modello per descrivere le risorse, le quali hanno delle proprietà.

³I dati riportati in questa sezione sono stati presi da un documento ufficiale redatto dal CNR di Pisa.

RDF definisce una risorsa come un qualsiasi oggetto che sia identificabile univocamente mediante un URI.

Il Data Model RDF è molto semplice ed è basato su tre tipi di oggetti:

- *Resources*: qualunque cosa descritta da una espressione RDF viene detta risorsa. Una risorsa può essere una pagina Web, o parte di essa, o un elemento XML all'interno del documento sorgente. Le risorse sono sempre individuate da un URI.
- *Properties*: una proprietà è un aspetto specifico, una caratteristica, un attributo o una relazione per descrivere una risorsa. Ogni proprietà ha un significato specifico, definisce i valori ammissibili, i tipi di risorse che può descrivere e le sue relazioni con altre proprietà. Le proprietà associate alle risorse sono identificate da un *nome*, e assumono dei *valori*.
- *Statements*: una risorsa, con una proprietà distinta da un nome e un valore delle proprietà per la specifica risorsa, costituisce un RDF *statement*. Uno statement è quindi una tupla composta da un *soggetto* (risorsa), un *predicato* (proprietà) e un *oggetto* (valore). L'oggetto di uno statement può essere un'espressione (sequenza di caratteri o qualche altro tipo primitivo definito da XML) oppure un'altra risorsa.

La rappresentazione di RDF può essere vista allora come un grafo etichettato in cui i nodi rappresentano le risorse e gli archi orientati che li collegano le proprietà, mentre i rettangoli indicano i valori assunti dalle risorse.

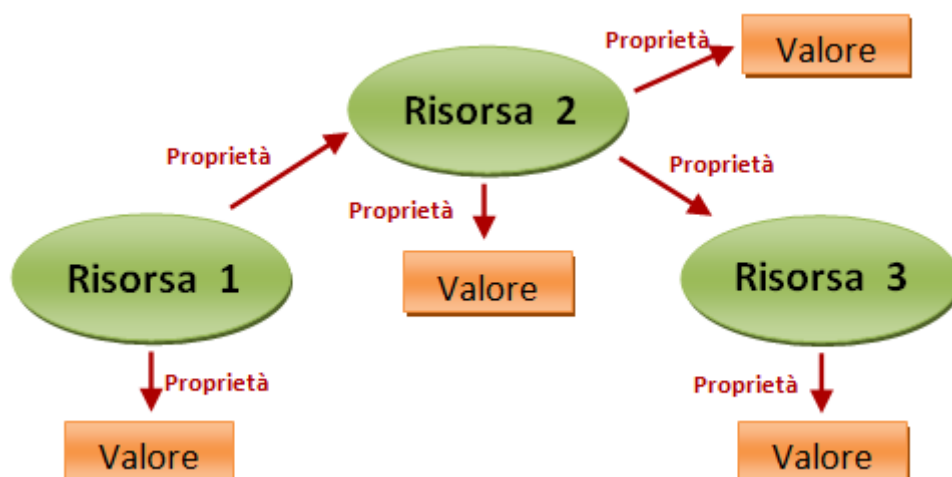


Figura 3.2: Esempio grafo RDF

3.2.2 Il modello dei dati in RDF

Il modello di base creato dall'utilizzo di RDF è un insieme di dati che è possibile esplorare andando da un link all'altro in un grafo composto da nodi tra di essi connessi. Ogni volta che si cerca un URI in un nodo del grafo RDF, si otterranno informazioni sugli archi che entrano nel nodo e su quelli che escono da esso. In altre parole restituisce ogni tripla RDF nella quale il termine appaia come soggetto oppure come oggetto. Questo grafo viene detto *browsable* se, per l'URI di ogni nodo, si ottengono informazioni che descrivono il nodo, cioè che restituiscono tutte le istruzioni in cui il nodo è soggetto oppure oggetto e descrivono tutti i *blank nodes* collegati al nodo con un arco. I *blank nodes* sono nodi che nel grafo RDF rappresentano una risorsa per la quale non è presente l'URI e solitamente possono essere utilizzati solo come soggetto o oggetto in una tripla.

Quando un dato è dunque memorizzato in due documenti, questo sta a indicare che ogni istruzione RDF che lega due elementi nei due file deve essere ripetuta in ognuno di essi. Questo però genera un primo problema di possibile inconsistenza del dato, visto che esso viene memorizzato in due locazioni differenti, ma un insieme di dati totalmente navigabili con un link in entrambe le direzioni deve essere completamente consistente e questo può avvenire tuttavia quando essi sono generati automaticamente. Un altro problema può essere quello di un numero di archi eccessivamente elevato. Una soluzione può essere quella di contenere link relativi a proprietà diverse in documenti diversi.

3.2.3 RDFS

RDF permette di rappresentare le risorse web attraverso i suoi enunciati.

Per definire i tipi di risorse oppure per descrivere le relazioni tra le risorse stesse si avrà la necessità di utilizzare dei linguaggi ontologici.

Il primo passo in questa direzione è stato fatto attraverso *RDF Schema* o *RDFS*, un'estensione di RDF che comprende meccanismi per la definizione delle risorse e dei collegamenti fra loro. Il riferimento chiaro è quello ai linguaggi Object-Oriented, ma in più si ha la possibilità di descrivere in maniera molto dettagliata le proprietà che legano le risorse. Come nei linguaggi Object-Oriented, la tipizzazione si chiama classe ed è indicata dalla risorsa *rdf:Class* e le risorse che hanno come tipo una specifica classe si chiamano istanze delle classe. Possono inoltre essere descritte le relazioni tra le classi con l'ereditarietà, definita dalla proprietà *rdf:subClassOf* che lega una classe ad un'altra che ne rappresenta un sottoinsieme.

In RDF è possibile definire predicati che possono essere utilizzati nelle triple per collegare le risorse tra loro; tramite RDFS è possibile anche indicare che una determinata proprietà possa, per esempio, assumere solo alcuni valori, utilizzando il dominio e il codominio della proprietà RDF. Tramite l'enunciato *rdf:domain*, per esempio, viene definito un dominio, mentre tramite *rdf:range* si specificano di che tipo devono essere i valori assunti da una determinata proprietà.

Per descrivere in maniera specifica le proprietà RDF, viene utilizzato il tipo *rdf:Property* e si ha la possibilità di utilizzare *rdfs:subPropertyOf* per indicare l'ereditarietà tra le proprietà. Ci sono infine delle proprietà di RDFS che possono essere usate nella definizione di vocabolari come *rdfs:label* che lega una risorsa alla sua etichetta, oppure *rdfs:seeAlso*, per indicare una risorsa da consultare per avere ulteriori informazioni, oppure ancora *rdfs:isDefinedBy* che lega la risorsa alla fonte che la definisce.

3.3 Ontologia

Ontologia è un termine che trae le sue origini dalla filosofia; esso assume un significato quasi tecnico in ambito informatico, ma è carico di valenze teoretiche nella tradizione del pensiero occidentale: l'ontologia è per Aristotele 'lo studio dell'essere in quanto tale'.

Un'ontologia, nel senso informatico, ha la pretesa di determinare con precisione quali predicati definiscono un soggetto, ne precisano cioè l'essenza, quali predicati sono possibili su un soggetto e, infine, quali oggetti necessariamente esistono nel mondo descritto. Con ontologia ci si riferisce quindi all'insieme di termini che, in un particolare dominio applicativo (una particolare area di conoscenza, quali ad esempio, medicina, gestione finanziaria, ecc.), codificano in modo univoco una particolare conoscenza e fra i quali non esiste ambiguità poiché sono condivisi dall'intera comunità di utenti del dominio applicativo stesso[21].

Le ontologie descrivono la conoscenza in uno o più domini e vengono utilizzate come strumenti di riutilizzo della conoscenza e di integrazione fra le diverse fonti, precisamente in virtù dell'istanza di unitarietà che portano con sé (l'accezione informatica e quella filosofica del termine ontologia non sono, sotto questo profilo, molto distanti).

Una definizione tecnica e concisa di 'ontologia' in ambito informatico è stata data da Gruber nel 1993: 'An ontology is a formal explicit specification of a shared conceptualization', in cui si individua l'essenzialità dei seguenti termini[3]:

- ‘explicit’ con cui si intende che i concetti e i vincoli definiti in un’ontologia vanno esplicitamente definiti;
- ‘formal’ che si riferisce al fatto che l’ontologia sia scritta in modo formale per abilitare la comprensione ad agenti software;
- ‘shared’ che riflette la nozione che un’ontologia nasce dal comune consenso di un gruppo e non di un singolo individuo;
- ‘conceptualization’ atto a concepire un’ontologia come un’importante astrazione linguistica fondamentale per la comprensione universale del linguaggio.

Generalmente le ontologie vengono espresse in linguaggi di tipo logico, in modo da poter effettuare distinzioni dettagliate, accurate, consistenti, chiare e significative tra classi, proprietà e relazioni.

Attualmente molti tools tentano di agevolare l’attività di creazione (il più noto è Protégé, che verrà descritto nel Capitolo 4) e alcuni strumenti di modellazione sono stati introdotti per migliorare la fase di progettazione e facilitare il riuso delle informazioni. Inoltre molte sperimentazioni si rivolgono all’attività di *Ontology Discovery*, ossia tentano di automatizzare il processo di creazione delle ontologie imboccando la strada di un clustering gerarchico sulle informazioni reperite dal testo o introducendo metriche di similarità tra termini per l’estrazione delle relazioni concettuali da informazioni scritte in linguaggio naturale.

3.3.1 Principali campi applicativi delle ontologie

L’uso delle ontologie consente a strumenti automatici di fornire servizi avanzati ad applicazioni intelligenti quali: ricerca e recupero concettuale/semantico, agenti software, supporto alla decisione, comprensione del linguaggio naturale, gestione della conoscenza, database intelligenti, e commercio elettronico.

Le ontologie figurano principalmente nel Web Semantico emergente come un modo per rappresentare la semantica dei documenti ed abilitare la semantica ad essere adottata dalle applicazioni web e dagli agenti intelligenti. In questo senso, le ontologie, possono provare la loro utilità a una comunità come modo di strutturare e definire i meta-termini correntemente raccolti e standardizzati. Con l’adozione delle ontologie le applicazioni future possono essere intelligenti nel senso che possono più accuratamente lavorare al livello concettuale umano.

Le ontologie risultano essere critiche per applicazioni che vogliano ricercare e fondere informazioni provenienti da diverse comunità sorgenti. Sebbene i DTD e gli Schemi XML siano sufficienti per lo scambio dei dati tra parti che si siano

accordate precedentemente, la loro mancanza di semantica impedisce alle macchine di eseguire i loro compiti in modo affidabile dati nuovi vocabolari XML. Lo stesso termine può essere utilizzato con significati (a volte sottilmente) diversi in contesti differenti, e termini diversi possono essere adottati per elementi che hanno lo stesso significato.

RDF ed RDF Schema sono un approccio alla problematica incentrato sull'associazione di regole semantiche alle informazioni costituite da risorse identificate univocamente. Con gli schemi RDF è possibile definire classi che possono avere sottoclassi multiple e superclassi, ed è possibile definire proprietà e sottoproprietà, domini, intervalli. In questo senso, RDF è un semplice linguaggio ontologico. Tuttavia, per ottenere l'interoperazione tra numerosi schemi sviluppati e gestiti indipendentemente sono necessarie semantiche più ricche.

Le ontologie possono essere utilizzate per migliorare applicazioni di tipo web-centric esistenti e possono favorire nuovi usi del web.

3.4 Linguaggio OWL[10]

Affinché il Web Semantico possa realizzarsi, è stato creato *OWL* (*Web Ontology Language*), un linguaggio standard del World Wide Web Consortium (W3C), utilizzato per definire e istanziare ontologie Web, quindi per descrivere formalmente il significato della terminologia utilizzata nei documenti[22].

OWL è l'evoluzione di RDF e RDFS, dei quali migliora il vocabolario per descrivere proprietà e classi e le relazioni tra queste ultime.

Il suo scopo è descrivere delle basi di conoscenze, effettuare delle deduzioni su di esse e integrarle con i contenuti delle pagine web. Grazie a OWL in futuro sarà possibile, ad esempio, effettuare delle ricerche estremamente complesse nel web evitando i problemi di omonimia e ambiguità presenti nelle normali ricerche testuali. L'OWL è una componente delle attività dedicate al Semantic Web. Questi sforzi si pongono l'obiettivo di rendere le risorse presenti sul Web più accessibili e comprensibili per le applicazioni, attraverso l'aggiunta di informazioni supplementari che descrivono i dati sui quali occorre effettuare delle elaborazioni.

Poiché il Semantic Web è, per sua natura, una realtà distribuita, l'OWL deve permettere di raccogliere le informazioni tra le più disparate fonti. Questo è in parte realizzato consentendo alle ontologie di collegarsi tra loro, prevedendo meccanismi per l'importazione delle informazioni le une dalle altre. Inoltre il linguaggio non tratta le descrizioni delle risorse come informazioni da confinare

in un singolo file o come destinate esclusivamente a un determinato ambito di validità, ma le considera di valenza globale (*open world assumption*).

3.4.1 I profili di OWL

In base al livello di espressività, OWL si divide in tre profili principali, ciascuno dei quali è un'estensione della variante precedente.

- **OWL Lite** supporta le gerarchie di classi e vincoli di cardinalità semplici. Questa variante del linguaggio fu formalizzata per consentire lo sviluppo di strumenti per la creazione di vocabolari e *tesauri*, ma non ha mai avuto un utilizzo particolarmente esteso.
- **OWL DL** è un linguaggio creato allo scopo di fornire la massima espressività possibile mantenendo però sia la completezza del modello logico, sia la decidibilità. DL è un acronimo che sta per *Descriptive Logic*, logica descrittiva.
- **OWL Full** è un linguaggio creato allo scopo di mantenere compatibilità con *RDF-Schema*, di cui è un'estensione semantica. In breve cadono molti dei vincoli espressivi da OWL DL. Nonostante sia possibile in OWL Full descrivere modelli decidibili, in genere la decidibilità non è garantita, e in pratica non esistono algoritmi di inferenza (*reasoner*) che supportino OWL Full.

Capitolo 4

Protégé

4.1 Descrizione dell'applicazione

Protégé[8] è un'applicazione sviluppata dall'Università di Stanford (Palo Alto, California, USA) in collaborazione con l'università di Manchester (Regno Unito).

Si tratta di un progetto *open-source* che supporta una crescente comunità di utenti con una suite di strumenti per realizzare applicazioni basate sulla conoscenza tramite ontologie.

Protégé nasce quindi come supporto per l'ingegneria della conoscenza, fornendo strumenti per tutte le attività connesse alla realizzazione di un'ontologia (creazione di modelli, inserimento di dati, modifica e visualizzazioni).

La versione dell'applicazione utilizzata per lo sviluppo di questa tesi è la 4.2 alpha, per poterla scaricare basta consultare la voce dei download del sito Web di Protégé.

4.1.1 Layout

L'interfaccia grafica è di alto livello, sintetica ma intuitiva. Colori, simboli, impaginazione, tutto appare studiato per un approccio che si prefissa l'obiettivo della facilità, non dimenticando l'eterogeneità degli utenti che scelgono questo editor per la progettazione delle loro ontologie.

Già dal lancio del programma si può desumere questo impegno all'insegna della semplicità, poiché si propone una finestra, anticipatrice di quella principale, che rappresenta l'incipit su cui articolare l'intero lavoro. In questa schermata iniziale è possibile selezionare la generazione di un nuovo progetto o l'apertura di uno già esistente.



Figura 4.1: *Schermata Iniziale di Protégé*

Una volta effettuato l'accesso nella finestra principale, si notano subito due barre di navigazione, dedicate rispettivamente alle directory delle ontologie e alla ricerca di termini o entità nell'ontologia corrente, e una suddivisione in pannelli. L'utente è libero di personalizzare la struttura a suo piacimento, creando, importando e modificando nuovi *tab*.

Ciascun pannello consente di interagire attivamente con l'ontologia, consentendo di selezionarne e visualizzarne una specifica prospettiva, piuttosto che evidenziarne la parte legata alle annotazioni e quella legata all'utilizzo. Oltre a una lista gerarchica delle entità presenti, ogni *tab* propone uno spazio dedicato alla descrizione di un'entità, in cui è possibile aggiungere, modificare o rimuovere informazioni e caratteristiche proprie dell'entità selezionata.

I pannelli che costituiscono il layout di base del programma sono i seguenti:

- *Active Ontology*: riporta le informazioni inerenti all'ontologia, come le annotazioni, le importazioni, l'indirizzo URI e le statistiche. Questi dati possono essere modificati. Inoltre è possibile consultare i codici sorgenti associati nei linguaggi RDF/XML e OWL/XML.
- *Entities*: è ritenuto il pannello più importante. Raggruppa classi, proprietà e individui contemporaneamente, senza ignorare le gerarchie e i valori di ciascuna entità. Queste ultime fanno capo alla stessa radice *Thing*.
- *Classes*: mostra le classi e le loro relative strutture gerarchiche. Nel riquadro per la descrizione si possono modificare i campi di classi equivalenti,

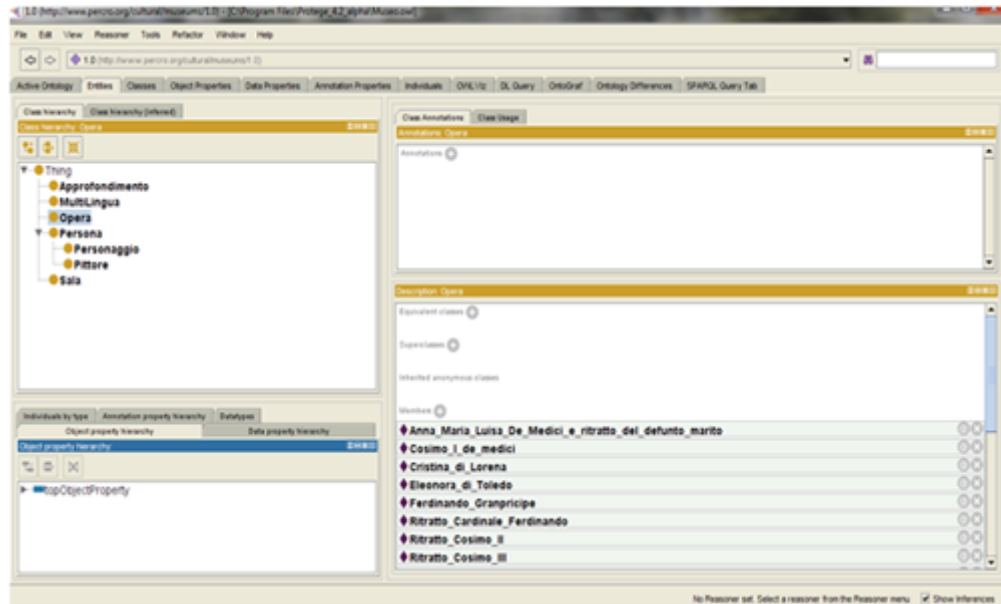


Figura 4.2: Pannello delle Entities

superclassi, classi anonime ereditate, membri e classi disgiunte.

- *Object Properties*: sono relazioni tra due individui. Le visualizzazioni per tipologia sono *Annotations* e *Object Usage*; inoltre per ogni proprietà è possibile taggare le seguenti caratteristiche: funzionale, funzionale inversa, transitiva, simmetrica, asimmetrica, riflessiva e non riflessiva. Nella descrizione si può indicare il dominio, il range dei valori, l'esistenza di proprietà equivalenti, disgiunte, inverse, eventuali superproprietà e restrizioni.
- *Data Properties*: riporta queste particolari proprietà che stabiliscono relazioni tra un individuo e valori prestabiliti. Le visualizzazioni per tipologia sono *Data Property*, *Annotations* e *Individual Usage*. Nella descrizione è possibile inserire eventuali tipi o precisare se esistono individui diversi o analoghi. Infine nel riquadro *Property Assertions* si possono segnalare asserzioni di *Object Properties* e *Data Properties* positive o negative.
- *OWL Viz*: consente di visualizzare la classificazione delle entità di un grafo e risulta rappresentare un supporto interessante nonché utile nello studio delle relazioni tra le varie entità. La navigazione all'interno del grafo avviene in maniera molto primitiva e poco efficace. Infatti ci si può muovere solamente da un nodo all'altro, cliccando sul nodo stesso nel grafo o sulla classe corrispondente nello schema ad albero nell'ontologia. *OWL Viz* non è un editor ma è solo un visualizzatore, l'ontologia non può essere modificata

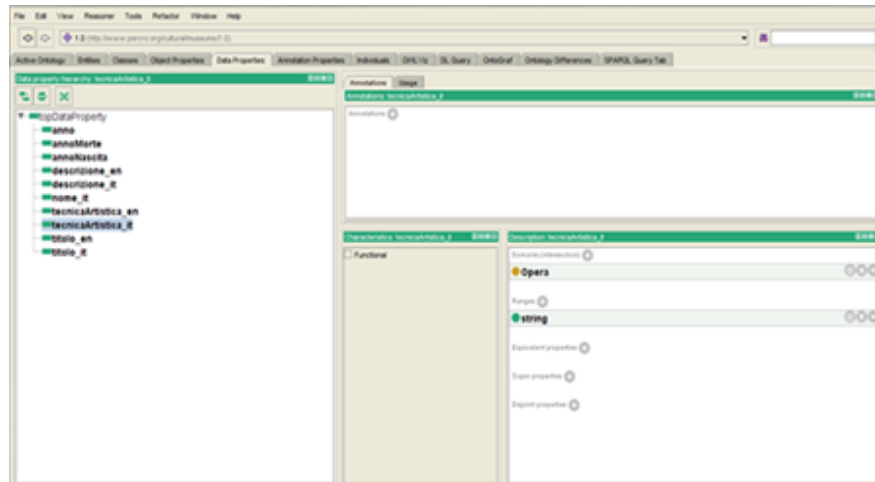


Figura 4.3: *Pannello delle Data Properties*

attraverso la sua rappresentazione grafica, quindi non si può aggiungere o rimuovere una classe o una relazione attraverso il grafo.

- *DL Query*: permette di implementare delle query per controllare la correttezza della struttura dell'ontologia.

4.1.2 Creazione, modifica ed eliminazione

La schermata anticipante la struttura principale del programma è a tutti gli effetti la genesi del progetto, la cui scelta verte tra la creazione di una nuova ontologia e l'apertura di una già esistente, indicando la directory che la localizza o l'indirizzo URI. Solo dopo aver precisato queste modalità, l'utente può accedere alla finestra principale dell'applicazione e cominciare, a tutti gli effetti, il proprio lavoro.

La sezione dedicata alle modifiche applicabili all'ontologia in analisi è particolarmente ricca, poiché Protégé propone svariati comandi oltre ai classici taglia, copia e incolla.

In primo luogo sono presenti disposizioni precise per la creazione di entità; si possono distinguere le realizzazioni di entità generiche e, se nel momento della creazione si sta selezionando una particolare entità, quella nuova verrà creata della medesima tipologia. Si possono creare entità figlie o gemelle: le prime saranno sottoclassi o sottoproprietà, mentre le seconde saranno classi o proprietà dello stesso livello aventi il medesimo padre e le sue caratteristiche ereditate.

Per quanto concerne le classi, sono presenti opzioni additive, tra cui la duplicazione, la quale effettua una copia di una data classe selezionata includendo ipotetici legami con superclassi e assiomi di classi equivalenti. Per creare queste relazioni di

equivalenza è necessario inserire assiomi, generanti classi con caratteristiche uguali e comprese l'unione delle loro sottoclassi. Inoltre, tra le eventuali azioni, sono previste possibilità di conversione, intese in modo bivalente: data una classe, si possono spostare tutte le classi ad esse equivalenti in superclassi e dunque dividere le intersezioni esistenti; in alternativa, tutte le superclassi associate alla classe selezionata sono convertibili in una classe equivalente e, in questo caso, formano un'intersezione.

Infine un accenno alle procedure di rimozione delle entità: avviene tramite il comando dedicato e consente di eliminare l'ultima entità selezionata, inclusi i riferimenti associati a essa.

4.1.3 Esplorazione e visualizzazione

Esplorare un'ontologia con Protégé risulta molto intuitivo. Una caratteristica meritevole è la barra di ricerca situata sulla finestra principale sopra i tabs, in modo da rimanere in primo piano in qualsiasi momento. Essa è in grado di effettuare una scansione globale dell'ontologia e di riportare ciascuna entità contenente la parola chiave digitata.

In ciascun tab possiamo inserire, dimensionare, modificare o rimuovere molteplici viste, raggruppate sotto la barra *View* del programma. Quest'ultime, in buona parte, sono già presenti nel layout di default, ma la possibilità di personalizzare è estrema, nel tentativo di agevolare efficacemente l'uso del programma. La visualizzazione di base proposta è quella di dedicare, a ogni pannello, un particolare tipo tra le entità esistenti, fornendone le caratteristiche principali. Il comando *View* stesso suddivide le varie alternative per categoria, partendo dalle Classi e proseguendo con le Data Property, le Object Property, gli Individui, le viste dedicate all'ontologia. La struttura proposta è prettamente gerarchica, ciò non toglie che si possono creare nuovi tab contenenti invece gli stessi generi per ogni entità, come per esempio un pannello adibito alle annotazioni di ogni tipo di entità o un altro disposto per le descrizioni.

Soffermiamoci ora sull'importanza che gli sviluppatori di Protégé hanno dato alle parole, intese sia come strumento di navigazione che come compromesso interpretativo tra il linguaggio tecnico e l'utente.

Per quanto riguarda il primo aspetto si deduce che nella maggior parte delle viste è implementata la navigazione a ipertesto, le parole quindi assumono il ruolo fondamentale di consentire collegamenti tra un termine e tutte le caratteristiche correlate.

Nel secondo caso le parole si fanno traduttrici dal linguaggio tecnico informatico al linguaggio naturale, con il vantaggio di rendere il software comprensibile a una scala più ampia di utenti.

4.2 Lavoro con Protégé

Vista la strutturazione dei dati presentata al Capitolo 2, paragrafo 2.1, con Protégé[7] è stata creata un'ontologia per rappresentarli. A questa ontologia è stato assegnato un nome, <http://www.percro.org/cultural/museums/1.0>, che è un URI.

4.2.1 Creazione delle classi

Sono state create delle classi[6], le quali sono tutte sottoclassi di Thing, sono le seguenti:

- approfondimento;
- multilingua;
- opera;
- persona.

Quest'ultima classe possiede due sottoclassi che sono:

- personaggio;
- pittore.

E' stata poi fatta la disgiunzione tra le varie classi, che può essere dichiarata selezionando una qualsiasi delle classi sorelle nella tassonomia definita e premendo il pulsante *Add all siblings* nella sezione *Classi disgiunte* e selezionando l'opzione *Mutually between all siblings* dalla dialog box che appare. In questo modo ci si assicura non solo che la classe attuale sia disgiunta da tutte le sorelle, ma che anche ogni altra sorella sia disgiunta dalle altre.

Successivamente sono state create le *Properties*, ovvero le relazioni tra le varie classi.



Figura 4.4: Classi dell'ontologia

4.2.2 Creazione delle relazioni

OWL permette due tipologie principali di proprietà:

- proprietà *object*: collega individui a individui;
- proprietà *datatype*: collega individui a valori di tipi ammissibili per XML e RDF.

Per definire le proprietà è necessario accedere al pannello *Object Properties*, il quale è suddiviso in due sezioni principali: la parte sinistra mostra la gerarchia delle proprietà, la parte destra consente di caratterizzare la proprietà selezionata. Inserire una nuova proprietà è del tutto simile ad inserire una nuova classe.

Create le varie relazioni, esse vanno poi associate alle classi. La classe ai cui individui si applica la relazione si chiama *dominio*, la classe ai cui individui si riferisce la relazione si chiama *range* (o codominio).

- La relazione Approfondimento si riferisce alle classi Personaggio e Approfondimento.
- La relazione Autore si riferisce alle classi Opera e Pittore.
- La relazione dipintoDa si riferisce alla classe Opera.
- La relazione haDipinto si riferisce alle classe Pittore e Opera.
- La relazione Riferimento si riferisce alla classe Approfondimento.

- La relazione *Ritrae* si riferisce alle classi *Opera* e *Personaggio*.
- La relazione *Titolo* si riferisce alla classe *Multilingua*.

Ogni relazione può avere una proprietà inversa corrispondente:

- la proprietà inversa di *Approfondimento* è *Riferimento*;
- la proprietà inversa di *dipintoDa* è *haDipinto*;
- la proprietà inversa di *Ritrae* è *haRitratto*;

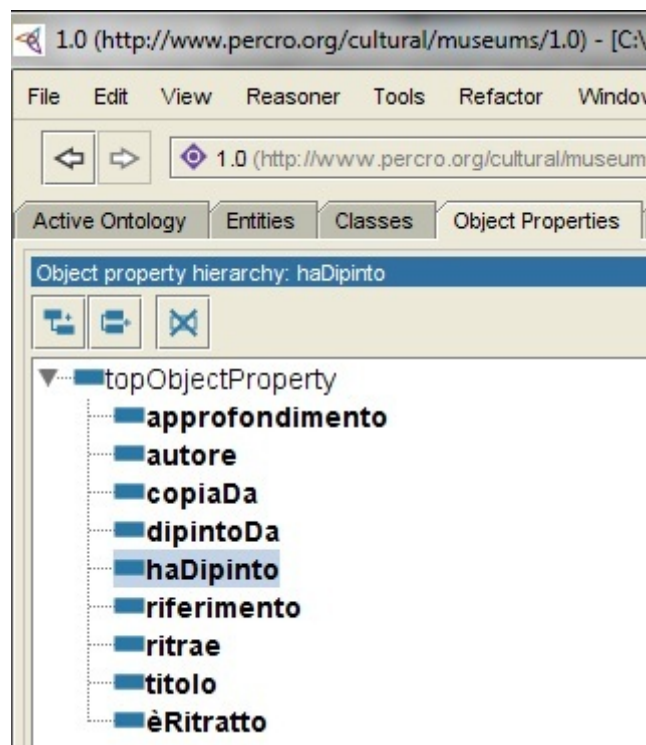


Figura 4.5: Pannello delle relazioni dell'ontologia

4.2.3 Creazione degli individui

La struttura dell'ontologia è stata creata, adesso è possibile popolarla con individui. Per definire un individuo è necessario accedere al pannello *Individuals* attraverso la *Barra dei Componenti* di Protégé, suddiviso in tre sezioni principali:

- la parte sinistra mostra la gerarchia delle classi;
- la parte centrale mostra la lista degli individui appartenente alla classe selezionata;

- la parte destra consente di caratterizzare l'individuo selezionato nella lista centrale.

Per creare gli individui è stato stabilito come strutturarli nelle diverse classi. In pratica bisogna stabilire quali sono i loro attributi. In pratica sono state create delle *Datatype Properties*. Prima di creare un elenco è stata decisa la struttura degli individui delle varie classi:

- Approfondimento: titolo, descrizione;
- Opera: nome, anno, descrizione, tecnica artistica;
- Personaggio: nome, anno nascita, anno morte, descrizione;
- Pittore: nome, anno nascita, anno morte, descrizione.

A ogni attributo è stato associato un *range*:

- per nome, descrizione e tecnica artistica il range è *string*;
- per anno nascita e anno morte il range è *int*.

Nel pannello *Data Properties* sono visualizzabili tutti gli attributi degli individui con le corrispondenti classi a cui appartengono e il loro rispettivo range.

Quando si vanno a inserire gli individui nell'ontologia, automaticamente sul lato destro vengono visualizzati gli attributi e le relazioni associati agli individui della classe di appartenenza. Gli attributi possono essere valorizzati.

4.3 Grafi

In seguito vengono riportati esempi di grafi ottenuti dall'ontologia creata.

I grafi, come detto nei paragrafi precedenti, permettono di visualizzare la classificazione delle entità e le relazioni che ci sono tra di esse.

4.4 SPARQL

SPARQL (acronimo di *Simple Protocol and RDF Query Language*) è un linguaggio di interrogazione per RDF reso standard dal *Data Access Working Group*, gruppo di lavoro del consorzio W3C, che lo ha ufficializzato il 15 gennaio 2008[14][15].

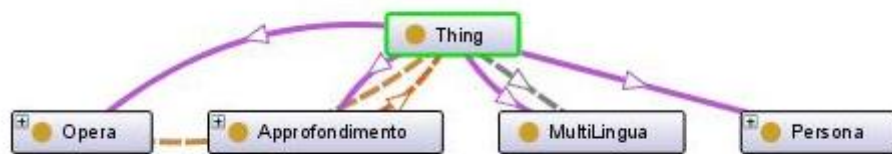


Figura 4.6: Grafo delle classi dell'ontologia

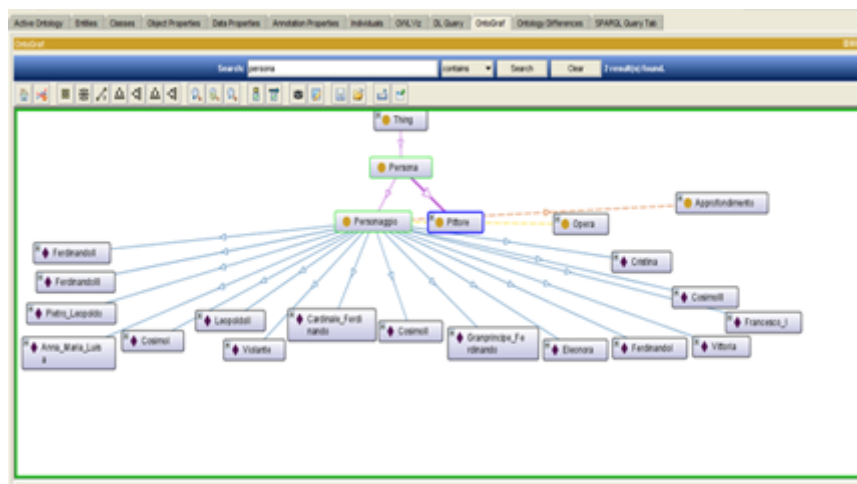


Figura 4.7: Grafo della classe Personaggi

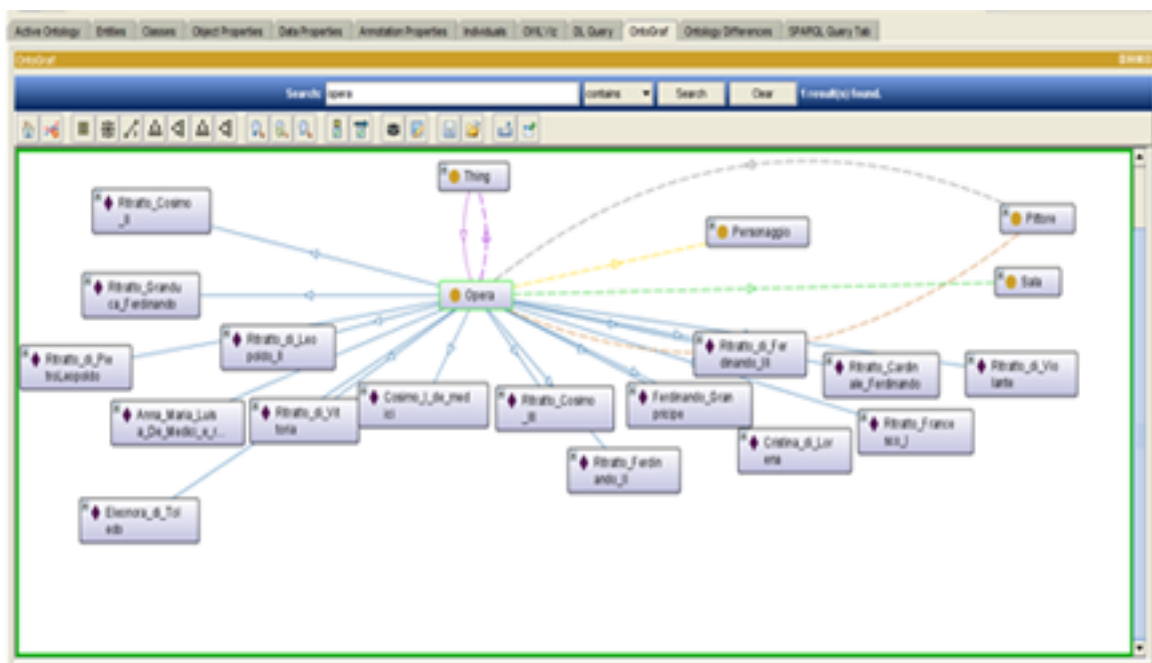


Figura 4.8: Grafo della classe Opera

Esso si focalizza sull'interrogazione di grafi RDF a livello di triple e viene usato anche con modelli RDF Schema e OWL, ad esempio per recuperare gli individui che presentano determinate caratteristiche[16].

Da un punto di vista sintattico SPARQL può ricordare SQL (*Structured Query Language*), il linguaggio per interrogare basi di dati, anche se i due modelli presentano notevoli differenze.

- Un Database relazionale è caratterizzato da record organizzati in tabelle. Il processo di identificazione degli oggetti informativi memorizzati tramite record avviene tramite le primary e foreign key¹.
- In RDF ogni risorsa è identificata da un URI. Più grafi RDF possono essere connessi in un unico grafo e l'insieme delle informazioni circa una risorsa può essere recuperato tramite un meccanismo di unificazione sulle URI.

Le query SPARQL adottano la sintassi *Turtle*² e si basano sul meccanismo di *pattern matching* e in particolare su un costrutto, il *triple pattern*, che ricalca la configurazione a triple delle asserzioni RDF fornendo un modello flessibile per la ricerca di corrispondenze.

Le query SPARQL hanno la struttura SELECT-FROM-WHERE:

- SELECT specifica la *proiezione*, ovvero il numero e l'ordine dei dati da ricercare;
- FROM è usato per specificare la sorgente a cui fare l'interrogazione. È opzionale e, nel caso in cui sia assente, si suppone si voglia interrogare una base di conoscenza di un certo sistema;
- WHERE impone vincoli sulla possibile soluzione sotto forma di pattern su grafo o vincoli booleani;
- PREFIX dichiara prefissi e namespace.

Come si nota, vi è un'analogia con SQL: nella clausola SELECT vengono elencate le variabili da valorizzare ai fini del risultato, nella clausola FROM viene definita la base dati, documento RDF, su cui eseguire la query, nella clausola WHERE vengono elencati, tra parentesi graffe, i criteri di selezione, ovvero i triple

¹La primary key, o chiave primaria, è un insieme di attributi o campi dato che permette di individuare univocamente un record o tupla in una tabella o relazione. La foreign key, o chiave esterna, è un vincolo per creare un riferimento tra due tabelle. La chiave esterna identifica una colonna di una tabella che si ricollega ad una colonna o un insieme di un'altra tabella.

²La sintassi turtle è un formato di serializzazione per l'RDF

pattern. Cioè, all'interno della clausola WHERE sono specificati i grafi pattern e quelli complessi possono essere specificati mediante la combinazione di più grafi pattern elementari, ottenendo un group pattern sul quale eseguire le query.

Però gli scopi di SQL e di SPARQL sono abbastanza diversi tra loro da giustificare la creazione di un linguaggio specifico per l'interrogazione dell'RDF. E' possibile tradurre espressioni SPARQL in espressioni SQL, permettendo così a chi ne fa uso di immagazzinare i propri dati RDF in database relazionali e di scrivere le query, a seconda dei casi, in SQL oppure in SPARQL.

4.4.1 Interrogazioni SPARQL in Protégé

Dopo aver introdotto a cosa serve SPARQL, verrà illustrato qualche esempio di interrogazioni che sono state effettuate sull'ontologia costruita.

Le query sono composte da due parti principali: la clausola SELECT identifica le variabili che compariranno nei risultati, e la clausola WHERE che consente di definire il *graph pattern* di base da usare per il match dei dati.

Il primo esempio riporta un'interrogazione molto semplice: viene richiesto di restituire le sottoclassi della classe Persona.

```
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX mu: <http://www.percro.org/cultural/museums/1.0#>
SELECT ?x
WHERE { ?x rdfs:subClassOf mu:Persona. }
```

```
Personaggio
Pittore
```

Gli esempi successivi riportano i Pittori che sono nati in un determinato periodo:

```
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX mu: <http://www.percro.org/cultural/museums/1.0#>
SELECT ?p
WHERE { ?p a mu:Pittore. ?p mu:annoNascita ?anno. FILTER(?anno > 1680) }
```

```
Giovanni Battista Tempesti
Giuseppe Bezzuoli
Giovanni Domenico Ferretti
```

Questa prima interrogazione riporta i Pittori che sono nati in un periodo successivo all'anno 1680.

```
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX mu: <http://www.percro.org/cultural/museums/1.0#>
SELECT ?p
WHERE { ?p a mu:Pittore. ?p mu:annoNascita ?anno. FILTER(?anno < 1680) }
```

Agnolo di Cosimo detto Bronzino
 Justus Sustermans
 Jan Frans van Douven
 Alessandro Allori

Questa seconda interrogazione riporta i pittori che sono nati in un periodo precedente all'anno 1680.

La successiva interrogazione che viene riportata è stata effettuata sugli Approfondimenti ed è stato chiesto di riportare il numero di approfondimenti che sono presenti per ogni Personaggio presente nell'ontologia:

```
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX mu: <http://www.percro.org/cultural/museums/1.0#>
SELECT ?p (COUNT(?app) AS ?count)
WHERE { ?app a mu:Approfondimento. ?app mu:riferimento ?p. ?p a mu:Personaggio.
GROUP BY ?p
```

FerdinandoII "3"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
 Leopoldo II "3"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
 Violante "2"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
 Pietro Leopoldo "3"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
 Granprincipe Ferdinando "1"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
 CosimoII "3"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
 Cardinale Ferdinando "1"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
 Eleonora "3"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
 Cristina "3"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
 Vittoria "1"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
 Francesco I "2"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
 CosimoIII "2"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>

```
FerdinandoI "9"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
Anna Maria Luisa "1"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
CosimoI "4"^^<http://www.w3.org/XMLSchema#integer>
```

Con l'interrogazione successiva vengono restituiti i Pittori che hanno dipinto un determinato Personaggio (vedi tabella 4.1):

```
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX mu: <http://www.percro.org/cultural/museums/1.0#>

SELECT DISTINCT ?pit ?pers
WHERE { ?pers a mu:Personaggio. ?pit a mu:Pittore. ?pit mu:haDipinto
?op.?op mu:ritrae ?pers. }
```

PIT	PERS
Agnolo di Cosimo detto Bronzino	Eleonora
Autore ignoto	Violante
Giovanni Domenico Ferretti	Francesco I
Vincenzo Giuria	Pietro Leopoldo
Alessandro Allori	Cardinale Ferdinando
Autore ignoto	Granprincipe Ferdinando
Justus Sustermans	Cosimo I
Giovanni Battista Tempesti	Ferdinando III
Autore ignoto	Vittoria
Giuseppe Bezzuoli	Leopoldo II
Jan Frans van Douven	Anna Maria Luisa

Tabella 4.1: *Relazione tra Pittori e Personaggi*

Le interrogazioni che seguono riportano l'elenco degli Approfondimenti che riguardano due personaggi: la prima quelli di Leopoldo II e la seconda quelli di Ferdinando I.

```
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX mu: <http://www.percro.org/cultural/museums/1.0#>

SELECT ?x
WHERE { ?x a mu:Approfondimento. ?x mu:riferimento mu:LeopoldoII. }
```

Statuto fondamentale

Congresso degli scienziati
Ferrovia leopolda

```
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX mu: <http://www.percro.org/cultural/museums/1.0#>
SELECT ?x
WHERE { ?x a mu:Approfondimento. ?x mu:riferimento mu:FerdinandoI. }
```

Medici e mari
Capelle Medicee
Morte Bianca e Francesco
Acquedotto Mediceo
Costituzione livorniana
Nozze magnifiche
Immagini di governo
Orto botanico
Maiestate tantum

Capitolo 5

Costruzione dell'interfaccia grafica

L'interfaccia grafica è stata costruita utilizzando HTML5, un linguaggio che offre tantissime possibilità di progettazione. Inizialmente la costruzione doveva essere realizzata con Flash, ma questa eventualità è stata scartata perché lentamente questa tecnologia sta diventando sempre meno utilizzabile soprattutto nei supporti tablet e negli smartphone. L'eliminazione di utilizzo della tecnologia Flash è stata decisa anche per la scelta di un tablet Google da parte del Museo di Palazzo Reale, perché Chrome per Android non avrà più il supporto al Flah Player.

Sebbene l'applicazione abbia un'interfaccia semplice e richieda l'applicazione di elementi del linguaggio HTML comuni e più conosciuti, la scelta di HTML5 sta nel fatto di mettere in pratica una novità e un nuovo metodo, proprio come è avvenuto nella scelta dell'RDF.

5.1 Impostazione dell'interfaccia con Photoshop

Il prototipo dell'interfaccia è stato creato con Photoshop CS4.

Sono state fatte diverse prove in modo da avere più modelli da prendere in considerazione.

Lo scopo principale è stato quello di creare uno sfondo che assomigliasse a un tessuto elegante. L'immagine della *home* del programma riporta lo stemma dei Medici e dei Savoia e questo è stato racchiuso in una cornice, in modo che lo scopo dell'applicazione fosse capito subito da parte dell'utente.

Le texture per lo sfondo dell'interfaccia sono state scaricate dal sito <http://www.fonts.com/> e l'interesse si è concentrato principalmente su due: La scelta si è spostata sulla

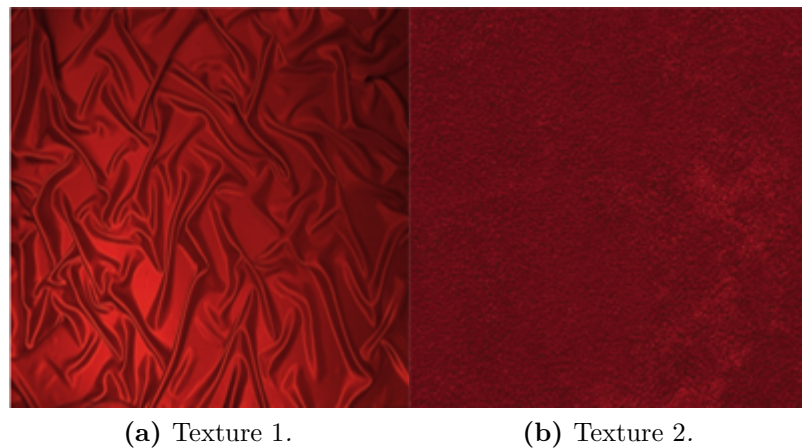


Figura 5.1: *Textures per lo sfondo dell'interfaccia*

seconda texture, perché sembrava potesse ricreare nel modo migliore un tessuto presente sui muri dei palazzi antichi, proprio dell'epoca di Palazzo Reale.

Successivamente si è pensato alle principali pagine che potessero fare parte dell'applicazione:

- una home page;
- una pagina contenente tutti insieme i ritratti dei personaggi;
- una pagina dedicata alla storia del museo;
- una pagina dedicata alle sale del museo.

Durante le varie prove dell'interfaccia, sono stati creati dei prototipi che avessero una direzione sia orizzontale che verticale, problema ovviato dal fatto che il tablet applica in modo automatico la rotazione dello schermo.

Nel momento delle prime prove i materiali non erano ancora a disposizione del laboratorio, quindi le immagini usate sono state prese dal Web.

Il font utilizzato è *Museo 300*, che è stato spesso adoperato dal PERCRO per lo sviluppo di applicazioni per il Museo di San Matteo.

5.1.1 Creazione della home page

L'idea dominante è stata quella di creare un'interfaccia semplice e comprensibile per ogni tipo di utente.

Al centro della pagina è stato messo lo stemma della famiglia dei Medici e dei Lorena contornato da una cornice ben elaborata. L'immagine rappresenta l'introduzione a tutto ed è attraverso questa che si può accedere ai ritratti.

Nella pagina sono stati posizionati dei bottoni che permettono di accedere alle pagine dedicate alle sale, al museo e alla versione in lingua inglese (non ancora presente).

Il bottone in alto a sinistra permetteva di accedere all'elenco dei vari ritratti, mentre quello in alto a destra all'elenco dei personaggi. Questa soluzione poteva risultare poco comprensibile all'utente, perché egli poteva non comprendere la differenza che c'è tra ritratti e personaggi, dato che ogni ritratto rappresenta un personaggio.

La soluzione successiva è stata quella di eliminare i bottoni posti in alto, dato che, attraverso la scheda del personaggio, che sarà analizzata nel paragrafo successivo, è possibile accedere alle informazioni sia del ritratto e sia del personaggio che vi è rappresentato.



(a) Prima Prova dell'interfaccia (b) Seconda prova senza bottoni grafica.

Figura 5.2: Prove dell'interfaccia

5.1.2 Costruzione della pagina contenente i ritratti

Ogni ritratto è stato inserito all'interno di una cornice, la stessa utilizzata per contenere l'immagine nella home. Successivamente sono stati scalati in modo tale che potessero entrare tutti e sedici all'interno di un'unica pagina. Sotto ogni

ritratto è stato riportato il nome del personaggio rappresentato, per facilitare la scelta dell'utente. Ogni ritratto è un link che fa accedere a una scheda.

Questa scheda è formata dall'immagine del ritratto, questa volta non contornata dalla cornice, e una scheda in basso contenente le informazioni sul dipinto. Alla destra dell'immagine sono stati messi dei bottoni che permettono di cambiare le informazioni riportate nella scheda descrittiva, e quindi è possibile accedere ai dati riguardanti:

- il personaggio;
- il pittore;
- gli approfondimenti vari.

Il risultato è il seguente:



Figura 5.3: Scheda del ritratto

5.1.3 Costruzione delle pagine dedicate al museo e alle sale

Le pagine dedicate al museo e alle sale sono molto semplici perché contengono solo elementi testuali. Sono state realizzate utilizzando lo sfondo, uguale per tutte le pagine dell'applicazione, in più è stata inserita una casella di testo, abbastanza

grande per contenere una buona porzione di testo, di un colore leggermente diverso da quello di sfondo.

La pagina dedicata alle sale inizialmente doveva riportare un'immagine interattiva la quale indicava la posizione dei ritratti, ma questa soluzione non è stata attuata per il motivo per cui il museo probabilmente effettuerà dei cambiamenti di posizionamento delle opere. Per questo motivo la pagina delle sale riporterà una descrizione generale di queste.

5.2 Costruzione codice con HTML5 e CSS3

Il codice è stato scritto con HTML5¹ e con i fogli di stile CSS3². Come editor è stato utilizzato *Aptana Studio 3*. Aptana è un IDE (*integrated development environment*), un ambiente di sviluppo integrato per la creazione di siti e applicazioni per il Web. È un software rilasciato con licenza open source (GNU General Public License). Aptana serve a creare semplici siti Internet o applicazioni web complesse. Presenta una qualità e una quantità di funzionalità tali da costituire un'alternativa valida a software commerciali di larga diffusione presso i professionisti del Web, come per esempio Adobe Dreamweaver.

Gli strumenti disponibili attraverso Aptana sono numerosi:

- digitare codice HTML, CSS e JavaScript in modo assistito, per la creazione di fogli di stile CSS vengono anche forniti dei suggerimenti dal programma stesso e per il markup HTML sono disponibili tutte le proprietà e gli elementi;
- supporto per l'evidenziazione della sintassi dei codici tramite colorazione;
- auto-completamento del codice in sede di sviluppo per velocizzare la digitazione del listato;
- supporto tramite plug-in per vari linguaggi di sviluppo e programmazione tra cui anche Ruby on Rails, PHP e Python;
- possibilità di creare Web application tramite un apposito plug-in per Adobe Air;
- strumenti per la creazione e la gestione di progetti all'interno dei quali sviluppare pagine e applicazioni, include un sistema di visualizzazione per tener traccia delle gerarchie e dei percorsi di file, cartelle e sottocartelle;

¹Per approfondimenti vedi appendice A

²Per approfondimenti vedi appendice B

- strumenti integrati per il debugging di applicazioni JavaScript grazie all'integrazione di Firedebug con Firefox, la versione Pro di Aptana consente anche di effettuare procedure di debugging su Internet Explorer;
- disponibilità di strumenti per l'interazione con i database relazionali, sia in locale che in remoto;

Il primo passo è stato quello di creare il foglio di stile, all'interno del quale è stato utilizzato il posizionamento assoluto degli elementi. Si tratta di un principio molto semplice: *uscire* dal flusso normale dei dati. Questo posizionamento viene usato quando si vuole collocare un elemento qualsiasi in una posizione dello schermo particolare o comunque fuori dal flusso normale di codice. Per questo motivo al *background* nel CSS è stata data una misura in pixel sia per l'*height* che per il *weight*, impostata per il primo a 1280px e per il secondo a 800px, uguale alla risoluzione del tablet che verrà utilizzato nel Museo.

```
body {margin: 0;
      padding: 0;
      width: 800px;
      height: 1200px;
      font-family: "Museo 300";
      color: #8A715B;
}
```

HTML5 tende a non utilizzare più l'elemento *div*, sostituito dalle sezioni, però in questa tesi sono stati utilizzati perchè ritenuti più opportuni per la suddivisione della pagina, la quale ha una struttura semplice con pochi elementi. I div creati sono tre:

- container;
- content;
- footer.

Come si può vedere nel codice HTML che riguarda la pagina principale (home), i div contengono i seguenti elementi:

- il div container contiene tutti gli elementi, compresi il content e il footer;
- il div content contiene il contenuto, in questa pagina esso è lo stemma della famiglia dei Medici;

- il div footer contiene tutti gli elementi presenti a fondo pagina: i bottoni che linkano alla pagina del Museo e a quella delle Sale e le bandiere, quella italiana e quella inglese.

5.2.1 Creazione del codice della pagina principale dell'applicazione

Il codice HTML della home si presenta quindi nel modo seguente:

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
<title>I ritratti di Palazzo Reale</title>
<meta name="description" content="" />
<meta name="author" content="Fede" />
  <meta name="viewport" content="width=device-width; initial-scale=1.0"/>
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="style.css" media="all">
<script type="text/javascript" src="JavaScript.js">
  </script>
</head>
  <body>
<div id="container">

<h1>I ritratti di Palazzo Reale</h1>
<div id="content">
<a href="Ritratti.html"></a>
</div>
<div id="footer">




<a href="Palazzo.html"></a>
<a href="Sale.html"></a>


</div>
</div>
```

```
</body>  
</html>
```

La maggior parte degli elementi in questa pagina sono dei link. Quelli che si trovano a fondo pagina (nel footer) sono poi presenti in tutte le pagine dell'applicazione. Lo stemma, elemento predominante nella pagina, permette all'utente di raggiungere la pagina dedicata ai ritratti.

Il corrispondente codice nel foglio di stile dell'html è il seguente:

```
body {margin: 0;  
      padding: 0;  
      width: 800px;  
      height: 1200px;  
      font-family:"Museo 300";  
      color:#8A715B;  
      }  
h1 {font-size:50px;  
    position:absolute;  
    margin-top:50px;  
    margin-left:105px;  
    }  
#container {position:absolute;  
            height:1280px;  
            width: 800px;  
            margin:0;  
            padding:0;  
            }  
#content {position:absolute;  
          width:884px;  
          height:1190px;  
          margin-top:160px;  
          margin-left:96px;  
          padding:0px;  
          }  
#footer {width:1080px;  
        height:192px;  
        position:absolute;  
        bottom:0;  
        }
```

```
#Sfondo {position:absolute;
        width:800px;
        height:1200px;}
#Scritta {position:absolute;
        left:270px;
        top:80px;
        }
#Stemma {position:absolute;
        top:0px;
        left:0px;
        border: 0;
        }
#SfondoBand {position:absolute;
        top:20px;
        left:15px;
        border:0;
        }
#Ita {position:absolute;
        top:30px;
        left:80px;
        border:0;
        }
#Ing {position:absolute;
        top:30px;
        left:22px;
        border:0;
        }
#SfondoBott {position:absolute;
        top:20px;
        left:250px;
        border:0;
        }
#Palazzo {position:absolute;
        top:30px;
        left:255px;
        border:0;
        }
```



```
#Sale {position:absolute;
      top:29px;
      left:385px;
      border:0;
    }
#SfondoCre {position:absolute;
            top:50px;
            right:300px;
            border:0;
          }
#Crediti {position:absolute;
          top:58px;
          right:307px;
          border:0;
        }
#Indietro {position:absolute;
           top:510px;
           right:-222px;
         }
```

Come si può notare, a tutti gli elementi del foglio di stile è stata data una posizione assoluta tramite la proprietà *position* con valore *absolute*, attraverso la quale essi sono posizionati rispetto al loro blocco contenitore (anche esso con posizione assoluta). Questo è stato fatto perchè tutti gli elementi presenti nella pagina dovevano avere una determinata posizione per soddisfare l'estetica dell'interfaccia costruita a priori con Photoshop.

5.2.2 Creazione del codice della pagina dei ritratti

La pagina contenente i ritratti è stata quella che ha portato maggiori difficoltà, perchè tutte le immagini sono state elaborate diverse volte per far sì che avessero una dimensione appropriata per la grandezza della pagina.

Nella pagina sono racchiusi tutti i ritratti con il corrispondente nome del personaggio in basso alla cornice in modo tale che l'utente quando seleziona un dipinto sa già chi andrà a 'osservare'.

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
```



```

<p class="FotoCosimoI">Cosimo I</p>

  <p class="FotoCosimo">Cosimo</p>
  <p class="FotoII">II</p>

<p class="FotoCosimoIII">Cosimo III</p>

<p class="FotoCristina">Cristina di <br/>&nbsp; Lorena</p>

<p class="FotoEleonora">Eleonora di <br/>&nbsp;&nbsp; Toledo</p>

<p class="FotoGranduca">Granduca</p>
<p class="FotoGranducaF">Ferdinando</p>

<p class="FotoFerdinandoII">Ferdinando II</p>

<p class="FotoFerdinandoIII">Ferdinando III</p>

<p class="FotoFrancesco">Francesco I</p>

<p class="FotoGran">Gran</p>
<p class="FotoPrincipe">Principe</p>
<p class="FotoFerdinandoP">Ferdinando</p>

<p class="FotoLeopoldoII">Leopoldo II</p>

<p class="FotoPietro">Pietro</p>
<p class="FotoLeopoldoP">Leopoldo</p>

<p class="FotoViolante">Violante di</p>
<p class="FotoBaviera">Baviera</p>

<p class="FotoVittoria">Vittoria &nbsp; della</p>
<p class="FotoRovere">Rovere</p>
</div>
<div id="footer">

```

```


<a href="home.html"></a>


<a href="Palazzo.html"></a>
<a href="Sale.html"></a>

<a href="home.html"></a>

</div>
</div>
</body>
</html>

```

Di seguito viene riportato il codice dello stile che riguarda i ritratti:

```

#AnnaMaria {position:absolute;
            top:-130px;
            left:-60px;
            border:0;
            }
#CardFerd {position:absolute;
            top:-130px;
            left:135px;
            }
#CosimoI {position:absolute;
            top:-130px;
            left:330px;
            }
#CosimoII {position:absolute;
            top:-128px;
            right:215px;
            }
#CosimoIII {position:absolute;
            top:145px;
            left:-60px;
            }
#Cristina {position:absolute;
            top:145px;

```

```
        left:135px;
    }
#EleonoraToledo {position:absolute;
    top:145px;
    left:330px;
}
#FerdinandoGranduca {position:absolute;
    top:145px;
    right:215px;
}
#FerdinandoII {position:absolute;
    top:418px;
    left:-60px;
}
#FerdinandoIII {position:absolute;
    top:418px;
    left:137px;
}
#FrancescoI {position:absolute;
    top:418px;
    left:330px;
}
#Granprincipe {position:absolute;
    top:418px;
    right:215px;
}
#Leopoldo {position:absolute;
    top:690px;
    left:-60px;
}
#PietroLeopoldo {position:absolute;
    top:690px;
    left:137px;
}
#Violante {position:absolute;
    top:690px;
    left:330px;
```

```
    }  
#Vittoria {position:absolute;  
    top:690px;  
    right:215px;}  
.FotoAnna {position:absolute;  
    margin-left:-43px;  
    margin-top:50px;  
    font-size:20px;  
    }  
.FotoCardinale {position:absolute;  
    margin-left:157px;  
    margin-top:50px;  
    font-size:20px;  
    }  
.FotoFerdinando {position:absolute;  
    margin-left:150px;  
    margin-top:75px;  
    font-size:20px;  
    }  
.FotoCosimoI {position:absolute;  
    margin-left:353px;  
    margin-top:50px;  
    font-size:20px;  
    }  
.FotoCosimo {position:absolute;  
    margin-left:555px;  
    margin-top:50px;  
    font-size:20px;  
    }  
.FotoII {position:absolute;  
    margin-left:635px;  
    margin-top:50px;  
    font-size:20px;  
    }  
.FotoCosimoIII {position:absolute;  
    margin-top:325px;  
    margin-left:-40px;
```

```
        font-size:20px;
    }
.FotoCristina {position:absolute;
    margin-top:325px;
    margin-left:155px;
    font-size:20px;
}
.FotoEleonora {position:absolute;
    margin-top:325px;
    margin-left:345px;
    font-size:20px;
}
.FotoGranduca {position:absolute;
    margin-top:325px;
    margin-left:553px;
    font-size:20px;
}
.FotoGranducaF {position:absolute;
    margin-top:350px;
    margin-left:548px;
    font-size:20px;
}
.FotoFerdinandoII {position:absolute;
    margin-top:602px;
    margin-left:-50px;
    font-size:20px;
}
.FotoFerdinandoIII {position:absolute;
    margin-top:602px;
    margin-left:143px;
    font-size:20px;
}
.FotoFrancesco {position:absolute;
    margin-top:602px;
    margin-left:347px;
    font-size:20px;
}
```

```
.FotoGran {position:absolute;
            margin-top:625px;
            margin-left:536px;
            font-size:20px;
        }

.FotoPrincipe {position:absolute;
                margin-top:625px;
                margin-left:590px;
                font-size:20px;
            }

.FotoFerdinandoP {position:absolute;
                   margin-top:602px;
                   margin-left:548px;
                   font-size:20px;
               }

.FotoLeopoldoII {position:absolute;
                  margin-top:870px;
                  margin-left:-42px;
                  font-size:20px;
                }

.FotoPietro {position:absolute;
              margin-top:870px;
              margin-left:133px;
              font-size:20px;
            }

.FotoLeopoldoP {position:absolute;
                 margin-top:870px;
                 margin-left:197px;
                 font-size:20px;
               }

.FotoViolante {position:absolute;
                margin-top:870px;
                margin-left:352px;
                font-size:20px;
            }

.FotoBaviera {position:absolute;
               margin-top:895px;
```



```

        margin-left:368px;
        font-size:20px;
    }
    .FotoVittoria {position:absolute;
        margin-top:870px;
        margin-left:536px;
        font-size:20px;
    }
    .FotoRovere {position:absolute;
        margin-top:895px;
        margin-left:565px;
        font-size:20px;
    }

```

Anche questi sono tutti elementi posizionati con la proprietà *absolute*, compreso l'elemento *p* (paragrafo), che porta il nome del personaggio nel ritratto. Il risultato di questo codice è il seguente:

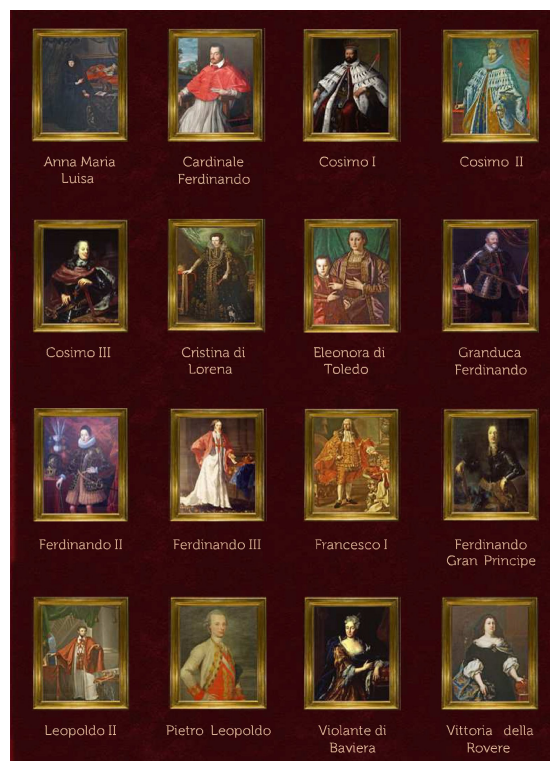


Figura 5.5: *Pagina che contiene tutti i ritratti*

5.2.3 Creazione del codice della scheda descrittiva del ritratto

A questa pagina l'utente può accedervi cliccando su ogni singolo ritratto. E' in questa scheda che vi sono riportate tutte le informazioni sul ritratto, sul personaggio e su chi l'ha dipinto.

Per la costruzione della pagina è stato costruito un ulteriore div chiamato *scheda* all'interno del div *content*. Qui abbiamo un elemento contenitore che a sua volta contiene la foto del personaggio e l'elemento sul quale saranno riportate tutte le informazioni (contenitore del testo), in più quattro bottoni che sono dei link e che permettono di accedere al resto delle informazioni.

Il codice html è il seguente:

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
<title>I ritratti di Palazzo Reale</title>
<meta name="description" content="" />
<meta name="author" content="Fede" />
  <meta name="viewport" content="width=device-width; initial-scale=1.0"/>
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="style.css" media="all">
<script type="text/javascript" src="JavaScript.js">
  </script>
</head>
  <body>
<div id="container">

<div id="content">
<div id="scheda">




<a href="AnnaMaria2.html"></a>
```

```

<a href="AnnaMaria3.html"></a>
<a href="AnnaMaria4.html"></a>
<div id="TestoScheda">

</div>
</div>
<a href="Ritratti.html"></a>
</div>
<div id="footer">




<a href="Palazzo.html"></a>
<a href="Sale.html"></a>

<a href="home.html"></a>

</div>
</div>
</body>
</html>

```

Il codice css è il seguente:

```

#Contenitore {position:absolute;
               top:0px;
               left:60px;
               border:0;
               }
#Anna_Maria {position:absolute;
              top:10px;
              left:65px;
              border:0;
              }
#ScrittaRitratto {position:absolute;

```

```
        top:10px;
        left:450px;
        border:0;
    }
#Dipinto {position:absolute;
        top:215px;
        right:-367px;
        border:0;
    }
#Personaggio {position:absolute;
        top:309px;
        right:-365px;
        border:0;
    }
#Pittore {position:absolute;
        top:400px;
        right:-366px;
        border:0;
    }
#Approfondimenti {position:absolute;
        top:490px;
        right:-367px;
        border:0;
    }
#TestoScheda {position:absolute;
        top:660px;
        left:63px;
        border:0;
    }
```

5.2.4 Costruzione delle pagine del Palazzo e delle Sale

Queste due pagine hanno una struttura molto semplice. Nel *footer* sono presenti tutti gli elementi come nelle altre pagine, mentre invece hanno all'interno del div *content* l'elemento *Contenitore* che, come detto nel paragrafo precedente, è una semplice casella di testo che al suo interno contiene informazioni testuali riguardanti il Museo di Palazzo Reale e le Sale.

Di seguito sono riportati il codice html e css della pagina che riguardano la descrizione del Palazzo Reale e la relativa realizzazione grafica.

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
<title>I ritratti di Palazzo Reale</title>
<meta name="description" content="" />
<meta name="author" content="Fede" />
  <meta name="viewport" content="width=device-width;initial-scale=1.0"/>
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="style.css" media="all">
<script type="text/javascript" src="JavaScript.js">
  </script>
</head>
  <body>
<div id="container">

<div id="content">

<p class="Palazzo">A partire dal 1583 il granduca Francesco I volle
  costruire a Pisa una nuova residenza medicea da sfruttare durante i
  freddi inverni fiorentini, in una strategica collocazione sul
  Lungarno.<br/>
  L'intervento fu progettato da Bernardo Buontalenti che inglobò nella
  nuova costruzione le casetorri delle consorterie pisane dei Dodi, dei
  Gaetani e dei Gusmani e la torre della Verga d'Oro, splendido affaccio
  sulla città visitabile su richiesta.<br/>
  Lo scenografico scalone monumentale che conduce al piano nobile fu
  costruito in epoca lorenese insieme al collegamento su via Santa Maria
  per il palazzo delle Vedove e al passaggio aereo per la chiesa palatina
  di San Nicola. Per dare spazio a nuovi volumi fu però eliminato il
  giardino con le sue piante di agrumi.<br/>
  Ai successivi interventi ottocenteschi risalgono i decori monocromi della
  sala del Museo che ospita le antiche armature del Gioco del Ponte e la
  decorazione della Sala Ottagonale al piano terra.<br/><br/>
  L'allestimento del Museo, iniziato nel 1989, mira a ricreare lo scenario
  della quotidianità e della rappresentatività sovrana, anche attraverso
  gli arredi storici che fanno da cornice alle opere d'arte provenienti
```

dalle collezioni Medici, Lorena e Savoia e da donazioni private.

 Il patrimonio museale permette di cogliere non solo le caratteristiche della produzione artistica laica, dalla fine del Cinquecento al Novecento, realizzata o collezionata per Pisa dalle famiglie regnanti e dai suoi cittadini ma anche di comprendere il gusto della committenza e dei collezionisti.

Esposti nelle sale del museo si trovano grandi arazzi di manifattura fiamminga e fiorentina affiancati dai ritratti ufficiali di corte; la collezione del medico Antonio Ceci che si manifesta nella sua eterogeneità di quadri, bronzetti, miniature e ceramiche insieme alle opere donate dalle famiglie pisane dall'Ottocento in poi e all'atelier dello scultore Italo Griselli.</p>

</div>

<div id="footer">

</div>

</div>

</body>

</html>

```
.Palazzo {position:absolute;
margin-top:-60px;
margin-left:0px;
margin-right:280px;
font-size:20px;
text-align:justify;
}
```

```
#container {position:absolute;
height:1280px;
width: 800px;
```

```
        margin:0;
        padding:0;
    }
#content {position:absolute;
    width:884px;
    height:1190px;
    margin-top:160px;
    margin-left:96px;
    padding:0px;
}
#footer {width:1080px;
    height:192px;
    position:absolute;
    bottom:0;
}
#Contenitore {position:absolute;
    top:-115px;
    left:-40px;
    border:0;
}
```

Per quanto riguarda la pagina relativa alle Sale, l'idea iniziale era quella di costruire una piantina interattiva dove l'utente avrebbe selezionato la sala, la quale avrebbe mostrato i ritratti presenti in essa. Ma per problemi di organizzazione ed eventuale spostamento delle opere da parte del Museo, questo lavoro non è stato eseguito.

Quindi in questa pagina si trova semplicemente una descrizione delle sale in cui sono presenti i ritratti dei Medici.

La costruzione del suo codice html e css è uguale a quello della pagina del Palazzo. Quello che cambia riguarda solo i contenuti.

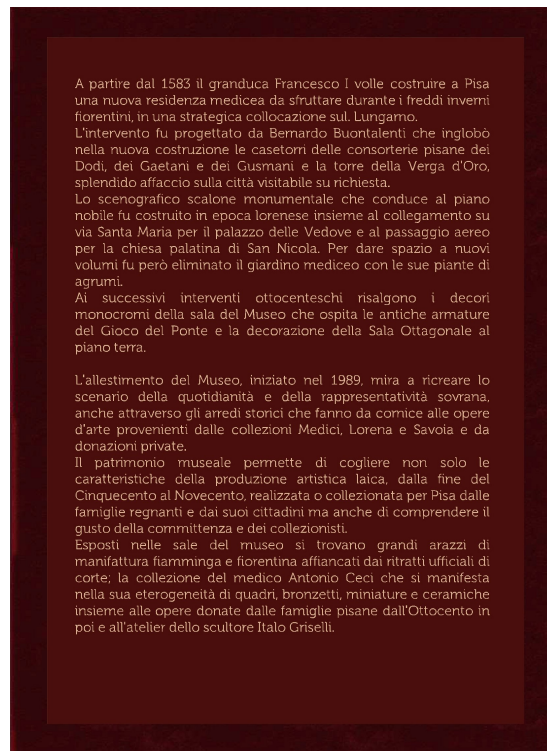


Figura 5.6: *Pagina della descrizione del Palazzo*



Figura 5.7: *Pagina della descrizione delle Sale*

Capitolo 6

Implementazione dell'RDF nell'HTML

Il lavoro principale da svolgere concerne l'integrazione delle informazioni dell'ontologia creata con Protégé con il layout Web realizzato con HTML5 e CSS3. Si tratta quindi di valutare tutte le possibili soluzioni e cercare quella che, in questo caso, sembra più appropriata. Quello da considerare è il seguente schema:

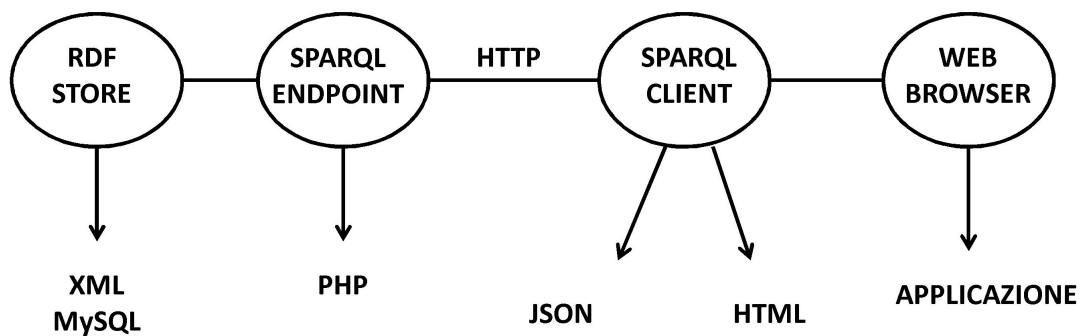


Figura 6.1: *Fasi dell'implementazione*

6.1 SPARQL Endpoints

Per quanto riguarda lo *SPARQL endpoint* le soluzioni più diffuse sono le seguenti:

- RDFSTORE-JS[11];
- Jena[1];
- ARC2[12];

- RedLand[13];
- librdf.

Di seguito saranno descritte le funzionalità principali degli endpoints elencati .

- **LIBRDF**: si tratta di una libreria in C *object based* per la manipolazione di grafi, triple e URI in RDF.

La conservazione dei grafi in memoria avviene tramite Oracle Berkeley DB, MySQL, PostgreSQL, SQLite. Le query avvengono con SPARQL e RDQL (*RDF Data Query Language*, un altro linguaggio di query per RDF. Il *binding*¹, chiamato *RedLand* avviene verso i linguaggi Perl, PHP, Python e Ruby.

- **JENA**: è un framework Java open source (<http://jena.apache.org/>). Esso fornisce le API per la creazione, interrogazione e gestione in modo programmatico di RDF. Attraverso il framework Jena si possono utilizzare classi e metodi che semplificano notevolmente la gestione di un modello RDF. Jena consente di gestire contemporaneamente più ontologie e di effettuare operazioni tra di esse, quali ad esempio, l'unione di due modelli, la rimozione di un modello da un altro, l'importazione di un modello. Altra caratteristica di spicco è la possibilità di effettuare reasoning in quanto viene fornita la possibilità di integrare reasoner esterni. Jena offre il supporto per SPARQL, il linguaggio candidato dal W3C come standard per la generazione di query per RDF. Jena supporta la serializzazione dei grafi RDF attraverso vari metodi:

- database relazionali;
- RDF/XML;
- Turtle;
- N-triples.

- **RDFSTORE-JS**: questa libreria si usa da dentro il browser quando viene scaricato tutto l'RDF. Tramite *node.js*, è un engine Javascript per server, rende il file un vero e proprio endpoint. In tal caso può essere eseguita in

¹Processo tramite cui viene effettuato il collegamento tra una entità di un software e il suo corrispettivo valore. Nella programmazione a oggetti la decisione circa il metodo da richiamare in un dato momento dell'esecuzione del programma viene effettuata grazie al binding. Tale decisione può essere stabilita in anticipo in maniera fissa, e in questo caso si parla di **binding statico**; oppure può essere presa a tempo di esecuzione, in maniera dinamica, e in questo caso si parla di **binding dinamico**

modo indipendente come endpoint di SPARQL accettando le richieste RDF SPARQL con il protocollo HTTP.

```
var rdfstore = require('rdfstore');

rdfstore.create(function(store) {
  store.execute('LOAD <http://dbpedia.org/resource/Tim_Berners-Lee>
    INTO GRAPH <http://example.org/people>', function() {

    store.setPrefix('dbp', 'http://dbpedia.org/resource/');

    store.node(store.rdf.resolve('dbp:Tim_Berners-Lee'),
      "http://example.org/people", function(success, graph){
      var peopleGraph = graph.filter(store.rdf.filters.type
        (store.rdf.resolve("foaf:Person")));

      store.execute
        ('PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>\
          PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>\
          PREFIX : <http://example.org/>\
          SELECT ?s FROM NAMED :people {GRAPH ?g{?s rdf:type foaf:Person}}',
        function(success, results) {

          console.log(peopleGraph.toArray()[0].subject.valueOf() ===
            results[0].s.value);

          });

        });

      });
    });
  });
}
```

- **ARC2**: è un sistema RDF flessibile per il Semantic Web scritto in PHP. Lo storage dell'RDF avviene usando il database MySQL. L'endpoint SPARQL è impostato con tre linee di codice. Una volta che la classe statica di ARC2 è resa disponibile, possono essere caricati i componenti con una semplice chiamata di metodo:

```
$parser = ARC2::getRDFParser();
```

```
$parser->parse('http://www.percro.org/cultural/museums/1.0');
$triples = $parser->getTriples();
```

Per il PHP è stato costruito un database MySQL, ed è stato utilizzato XAMPP, che verrà introdotto nel paragrafo successivo. La configurazione avviene nel modo seguente:

```
$config = array(
    /* db */
    'db_host' => '127.0.0.1', /* default: localhost */
    'db_name' => 'my_db',
    'db_user' => 'user',
    'db_pwd' => 'secret',
    /* store */
    'store_name' => 'arc_tests',
    /* network */
    'proxy_host' => '192.168.1.1',
    'proxy_port' => 8080,
    /* parsers */
    'bnode_prefix' => 'bn',
    /* sem html extraction */
    'sem_html_formats' => 'rdfa microformats',
);
$store = ARC2::getStore($config);
```

Ci sono poi infine dei processi che possono dare degli errori e devono essere trasmessi alla chiamata dei componenti:

```
$rs = $store->query('...');
if ($errs = $store->getErrors()) {
    /* $errs contains errors from the store and any called
       sub-component such as the query processor, parsers, or
       the web reader */
    ...
}
```

Altre implementazione di SPARQL sono consultabili all'indirizzo web:

<http://www.w3.org/wiki/SparqlImplementations>.

6.2 XAMPP e ARC2

XAMPP[2] è una piattaforma software costituita da Apache HTTP Server², il database MySQL e tutti gli strumenti necessari per utilizzare i linguaggi di programmazione PHP³ e Perl⁴. La piattaforma è rilasciata sotto la GNU (General Public License) e oltre a essere gratuita è caratterizzata da un approccio *user friendly*. Mediante XAMPP è possibile avere un'*application server*. I componenti di base sono:

- Il web server: Apache HTTP Server;
- Il database management system: MySQL e SQLite;
- I linguaggi di scripting: Perl, PHP e/o Python.

Attraverso ARC2 è stato realizzato un endpoint SPARQL che memorizza le informazioni nel database MySQL. Data la facilità di utilizzo di Protégé, nell'editing di documenti OWL si è preferito sincronizzare in automatico il documento OWL dell'ontologia con il database. Questo avviene sempre se il documento viene modificato.

Il codice PHP che è stato creato opera da endpoint SPARQL, ovvero risponde alle richieste semantiche fatte in Javascript tramite la libreria Sparks, che verrà descritta nei paragrafi successivi.

Il codice PHP *init.php* seguente mostra come è realizzato l'endpoint:

```
<?php
include_once("arc2/ARC2.php");
include("arcsync.php");
include("config.php");
$store = ARC2::getStore($config);
if (!$store->isSetUp()) {
    $store->setUp();
}
```

²Apache è un software che realizza le funzioni di trasporto delle informazioni, di internetwork e di collegamento, ha il vantaggio di offrire anche funzioni di controllo per la sicurezza come quelli che compie il proxy.

³Linguaggio di programmazione interpretato, con licenza open source e libera (ma incompatibile con la GPL), originariamente concepito per la programmazione Web ovvero la realizzazione di pagine web dinamiche. Attualmente è utilizzato principalmente per sviluppare applicazioni web lato server ma può essere usato anche per scrivere script a riga di comando o applicazioni stand-alone con interfaccia grafica.

⁴Linguaggio di programmazione ad alto livello, dinamico, procedurale e interpretato, creato nel 1987 da Larry Wall. Ha un singolare insieme di funzionalità ereditate da C.

```
myupdate($store,$graph,realpath($path)); // auto update from Museo.owl (path)
?>
```

Subito dopo è stato creato *endpoint.php* che configura l'endpoint:

```
<?php
include("init.php");

$ep = ARC2::getStoreEndpoint($config);

$ep->go();

?>
```

Successivamente è stato creato un codice che configura il PHP e gli dice di prendere i dati dall'ontologia *Museo.owl* con URI <http://www.percro.org/cultural/museums/1.0>

```
<?php

$config = array(
    /* db */
    'db_host' => '127.0.0.1', /* default: localhost */
    'db_name' => 'museo',
    'db_user' => 'root',
    'db_pwd' => '',
    /* store */
    'store_name' => 'museum_test',
    /* network */
    /*'proxy_host' => '192.168.1.1',
    'proxy_port' => 8080,*/
    /* parsers */
    'bnode_prefix' => 'bn',
    /* sem html extraction */
    'sem_html_formats' => 'rdfa microformats',

    'endpoint_features' => array(
        'select', 'construct', 'ask', 'describe',
        'load', 'insert', 'delete',
        'dump' /* dump is a special command for streaming SP0G export */
    ),
```

```

    'endpoint_timeout' => 60, /* not implemented in ARC2 preview */
    'endpoint_read_key' => '', /* optional */
    'endpoint_write_key' => 'somekey', /* optional */
    'endpoint_max_limit' => 250, /* optional */
);

$path = "../Museo.owl";
$graph = "http://www.percro.org/cultural/museums/1.0";

$prefixes = '
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX mu: <http://www.percro.org/cultural/museums/1.0#>
';
//PREFIX rdfs1: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

?>

```

Per controllare il buon funzionamento del programma sono stati creati i file *getpersonaggi.php*, *getpittori.php*, *getopere.php* e *getapprofondimenti* i quali prelevano l'elenco dei personaggi, dei pittori, delle opere e degli approfondimenti e lo stampano. Di seguito viene riportato il codice di *getpersonaggi.php*. Il codice è uguale per tutti i file, cambia solo l'attributo espresso nella query SPARQL.

```

<?php
include("init.php");

$q = "$prefixes
SELECT ?nome
WHERE { ?x a mu:Personaggio. ?x mu:nome_it ?nome. }
";

if ($rows = $store->query($q, 'rows')) {
    $r = '';
    foreach ($rows as $row) {
        $nome = $row["nome"];
        $r .= "<li>$nome</li>";
    }
    echo $r ? "<ul>$r</ul>" : 'no named persons found';
}

```

```
}  
else  
{  
  $a = $store->getErrors();  
  if (count($a) == 0)  
  {  
    echo("<br>empty result while executing <pre>\n". htmlspecialchars ($q).  
    "</pre><br>");  
  }  
  else  
  {  
    echo("<br>error while executing <pre>\n". htmlspecialchars ($q).  
    "</pre><br>");  
    var_dump($store->getErrors());  
  }  
}  
?>
```

6.3 Rendere visibili le immagini

Un passo importante da fare è quello di rendere visibili e raggiungibili le immagini, che inizialmente non erano state inserite nell'ontologia. In Protégé nella classe Approfondimenti, quella che contiene la maggior parte delle immagini, si inseriscono nuove entità che abbiano come attributo *immagine* e che abbiano il riferimento al personaggio a cui si riferiscono.

Un'alternativa alla creazione dell'attributo all'interno della classe sarebbe quella di creare una nuova classe chiamata *Mediaresource*, la quale ha due attributi principali: il primo è il riferimento all'entità, il secondo il nome del file più eventuali altre caratteristiche. Per questo progetto è stato ritenuto opportuno utilizzare il primo metodo.

6.4 Impiego di Spark con Javascript

Spark è una libreria che permette di creare applicazioni per il Semantic Web molto più facilmente secondo l'approccio HTML5 e richiede *jQuery* per funzionare.

Nello specifico la libreria Spark trasforma query SPARQL in contenuto Web effettuando le richieste AJAX⁵.

Il seguente è un esempio di richiesta SPARQL gestita in automatico da Spark. Per realizzarlo viene indicata la classe spark in un elemento HTML. A quel punto alcuni attributi speciali vengono usati per specificare una serie di opzioni:

- endpoint SPARQL;
- query SPARQL;
- namespace di prefisso;
- formattazione;
- opzioni di formattazione.

Spark fornisce due template per la formattazione delle risposte, uno basato su una lista semplice l'altro su tabelle. Per questo progetto, invece, si è preferito realizzare un nuovo template che produce un *div* figlio per ogni elemento e lo associa ad una classe specifica. Inoltre, questo template ha la caratteristica di mappare alcuni elementi della risposta come link, mentre altri come immagini.

Se si considera una query SPARQL che restituisce delle proprietà per nome, questo è l'effetto degli attributi:

- data-spark-param-hide_NOME: nasconde il valore NOME;
- data-spark-image_NOME: specifica che NOME è un campo immagine. In tal caso l'URL dell'immagine viene costruito a partire dal valore. Es: images/VALUE.jpg;
- data-spark-param-link_NOME: specifica il contenuto testuale del link;
- data-spark-param-linkhref_NOME: specifica l'URL del campo NOME.

Per quanto riguarda i link, l'idea è quella di avere due elementi, il testo del link e l'URL del link. Il primo viene preso in modo fisso o ricavandolo da un altro campo, il secondo viene costruito dal valore del campo corrente.

All'interno del file sono stati creati dei *div* perchè l'elemento div è stato utilizzato nel foglio di stile per costruire la struttura dell'applicazione.

⁵L'AJAX, acronimo di Asynchronous JavaScript and XML, è una tecnica che consente di realizzare applicazioni web interattive attraverso lo scambio di informazioni tra pagine web e web browser.

Le query fondamentali da fare sono quelle che restituiscono gli attributi delle classi Personaggio, Pittore, Opere e Approfondimenti.

Nel file *sparkweb.html* vengono realizzate le query che riportano le informazioni che si vogliono implementare nell'HTML.

E' stato creato un file di stile chiamato *query.css* il quale contiene i div che sono stati creati.

```
div.dipinto > div.item {
  visibility:hidden;
}
div.dipinto > div.value.desc {
  font-weight: bold;
}
div.approfondimento > div.item {
  visibility:hidden;
}
div.approfondimento > div.item {
  visibility:hidden;
}
div.approfondimento > div.desc {
  font-weight: bold;
}
div.personaggio > div.item {
  visibiliy: hidden;
}
div.personaggio > div.desc {
  font-weight: bold;
}
div.pittore > div.item {
  visibility: hidden;
}
div.pittore > div.desc {
  font-weight: bold;
}
```

La *visibility:hidden* presente in tutte le classi permette di rendere non visibili tutte le informazioni che riguardano l'URI dell'ontologia. I div che sono stati costruiti nel file *simplediv.js* e che contengono le query in SPARQL restituiscono

la descrizione delle classi prese in considerazione: personaggi, pittori, opere e approfondimenti.

La query per restituire le descrizioni dei personaggi è la seguente:

```
SELECT ?x ?desc  
  
WHERE {?x a mu:Personaggio. ?x mu:descrizione_it ?desc. }
```

La query utilizzata per restituire le descrizioni delle opere è la seguente:

```
SELECT ?x ?desc  
  
WHERE {?x a mu:Opera. ?x mu:descrizione_it ?desc. }
```

La query che restituisce le descrizioni dei pittori è la seguente:

```
SELECT ?x ?desc  
  
WHERE {?x a mu:Pittore. ?x mu:descrizione_it ?desc. }
```

La query che restituisce le descrizioni degli approfondimenti è la seguente:

```
SELECT ?x ?desc  
  
WHERE {?x a mu:Approfondimento. ?x mu:descrizione_it ?desc. }
```

Capitolo 7

Conclusioni

Il Web Semantico si basa sull'idea di creare dati *machine-understandable* che hanno la possibilità di essere utilizzati e scambiati: in questo modo le informazioni non sono semplicemente visualizzate ma vengono elaborate attraverso la loro semantica.

Inserire la semantica ai contenuti richiede però l'impiego di un linguaggio appropriato: RDF e OWL sono due strumenti tramite i quali è possibile creare modelli di dati con struttura semantica.

Perché le informazioni possano essere elaborate in maniera adeguata, si sono create le ontologie. Un'ontologia rappresenta una concettualizzazione condivisa di un certo dominio in un formato leggibile dalla macchina e ne contiene l'insieme dei concetti o delle classi, li organizza in una gerarchia, specifica le loro proprietà e descrive le relazioni che legano queste classi.

Il progetto del Web Semantico, però, è ancora un cantiere aperto, in continua e progressiva evoluzione. La sua formazione procede un passo alla volta, con l'obiettivo finale di trasformare tutto il *World Wide Web* in un mondo in cui il computer non sarà più una semplice macchina che risponde a degli input standardizzati, ma uno strumento che potrà supportare il lavoro e la ricerca delle persone.

L'obiettivo iniziale di questa Tesi, che era quello di costruire un'applicazione su tablet che contenesse i ritratti della famiglia dei Medici, è stato raggiunto utilizzando principalmente le tecnologie riassunte sopra.

Durante il percorso si sono incontrate numerose difficoltà nella parte che riguardava l'implementazione nell'HTML dell'ontologia creata con Protégé. Queste difficoltà sono derivate principalmente dalla scarsa esperienza nel campo delle ontologie e dell'RDF. Molto tempo infatti è stato impiegato per lo studio del loro funzionamento e per effettuare numerosi test considerando i diversi tipi di

soluzioni. Infatti, come spiegato nel Capitolo 6, sono stati valutati alcuni modelli di endpoints per SPARQL, preferendo quello che sembrava più adatto a raggiungere lo scopo dell'implementazione.

7.1 Sviluppo futuri

Dal lavoro svolto in questa tesi, dal punto di vista di uno sviluppatore le ontologie risultano essere vantaggiose perchè riescono a trasmettere il legame e i collegamenti che possono esserci tra le varie informazioni: tutto si mostra in una forma più comprensibile.

I dati elaborati non erano numerosi, mentre invece è consigliabile utilizzare le ontologie e l'RFD quando si deve maneggiare grandi quantità di informazioni, ossia quando la struttura dei dati è ricca di relazioni non inizialmente identificate in fase di progettazione. L'approccio semantico si presta bene nel rispondere a delle domande difficilmente esprimibili con query SQL. Non è infatti da escludere la possibilità di ampliare l'applicazione creata con ulteriori elementi che potrebbero essere:

- l'aggiunta di un'audioguida che può rappresentare un sussidio in più per l'utente;
- un supporto vocale per gli utenti non vedenti;
- l'inserimento di video che possono mostrare immagini e ritratti non previsti inizialmente nell'applicazione;
- la creazione di nuove pagine all'interno dell'applicazione dedicate ad altre collezioni che si trovano all'interno di Palazzo Reale.

7.2 Riepilogo del lavoro svolto

In questo paragrafo viene proposto un riassunto delle attività che hanno portato alla creazione dell'applicazione. In ordine cronologico:

- definizione dell'obiettivo del lavoro dopo aver studiato le richieste del direttore del Museo;
- selezione dei ritratti e delle informazioni che si vogliono trasmettere all'utente;
- creazione delle singole schede descrittive, scrittura e adattamento dei contenuti inseriti;

- scelta delle tecnologie da utilizzare e selezione di quelle ritenute più adatte;
- studio del Web Semantico, dell’RDF e delle ontologie;
- creazione del prototipo dell’interfaccia grafica con Photoshop;
- elaborazione delle immagini e di tutti gli elementi da inserire nell’applicazione;
- creazione del codice HTML e CSS;
- implementazione dell’RDF nell’HTML;
- studio delle varie alternative proposte e scelta della più adatta;
- creazione di un database con XAMPP che contenesse l’ontologia;
- creazione del codice PHP che implementa i dati dell’ontologia nell’applicazione;
- creazione della parte HTML5 che effettua le richieste SPARQL e le formatta.

Appendice A

HTML5

HTML5[5] è un linguaggio di *markup* attualmente in fase di definizione. Rappresenta l'evoluzione diretta di HTML 4.01, del quale è designato essere il successore ed è definito in modo da essere retro compatibile.

La stesura delle specifiche è a carico del *W3C* (*World wide web consortium*) e del *WHATWG* (*Web Hypertext Application Technology Working Group*), un gruppo di professionisti provenienti da aziende fortemente interessate come Apple, Mozilla e Opera.

La data attualmente prevista per la chiusura del processo di definizione è indicata intorno alla metà del 2014.

L'obiettivo è quello di semplificare il lavoro degli sviluppatori (e quindi delle aziende coinvolte nella creazione di **Web applications**) che negli ultimi anni hanno dovuto elaborare soluzioni, a volte complesse, per superare le limitazioni di HTML, un linguaggio non nativamente progettato per lo sviluppo di articolate interfacce grafiche e sofisticate interazioni con l'utente.

La storia dell'HTML5 è legata quella dell'XHTML. Dopo il successo dell'XHTML1.0, che unificava i vantaggi del formalismo XML con la diffusione del linguaggio HTML, si era pensato di stare al passo con i tempi lavorando nell'ambito dell'XHTML. Ciò ha condotto, tra il 2002 e il 2006, alla definizione dell'XHTML 2.0. A questo punto si è però presentato un problema: il linguaggio XHTML 2.0 non era retrocompatibile con l'HTML4. Ciò significa, che se l' XHTML 2.0 fosse diventato uno standard, la maggior parte delle pagine web sarebbe risultata obsoleta, costringendo i produttori dei browser ad inventarsi soluzioni scomode per continuare a renderizzare il markup. Per questo motivo l'XHTML 2.0 non è mai stato adottato come standard.

Il lavoro svolto nella definizione dell'XHTML 2.0 aveva introdotto numerosi vantaggi, che era un peccato perdere, quindi si è cercato di mettere assieme tutti i

risultati positivi precedenti. Le specifiche risultanti da questa cooperazione presero il nome di **HTML5**.

Il codice HTML5 sviluppato oggi preserva tutte le funzionalità del precedente HTML4, ovvero aggiunge delle novità senza rendere obsoleto il codice già esistente. L'unico sforzo da mettere in conto, in previsione di rilascio ufficiale, sarà un procedimento di *fine-tuning* del codice HTML5 realizzato oggi, che dovrebbe comunque rientrare nella normale manutenzione del codice.

La sintassi HTML di HTML5 richiede la dichiarazione di un *doctype* in testa al documento per assicurare che il browser renderizzi correttamente la pagina. La sintassi corretta è riportata nel codice che segue:

```
<!doctype html>
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>Titolo document</title>
</head>
<body>
  <p>paragrafo</p>
</body>
</html>
```

L'esempio pone in evidenza la semplificata dichiarazione del doctype, diversa dalla specifica HTML 4.01, che ne prevede tre che sono:

- linguaggio transitorio

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd>
```

- linguaggio rigido

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01//EN"
http://www.w3.org/TR/html4/strict.dtd>
```

- linguaggio frameset

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Frameset//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/frameset.dtd">
```


La vera rivoluzione di HTML5 non riguarda l'approccio al codice da parte dello sviluppatore, bensì la possibilità di riconoscere e gestire in automatico i diversi componenti della pagina. Infatti le principali novità, oltre il doctype standard e breve come si è appena visto, riguardano:

- il limitare lo script delegando l'HTML a fare tutto il lavoro;
- la suddivisione in capitoli e paragrafi, poichè si ha una struttura più rigorosa;
- la presenza di tag specifici per ogni sezione della pagina (sommario, header, footer...); ciò che prima si implementava manualmente con il tag `div` è ora separato semanticamente mediante comandi specifici;
- il problema dell'accessibilità viene visto con un occhio di riguardo (anche in coordinazione con il nuovo formato CSS3);
- la rimozione di alcuni elementi che nell'HTML4 sono stati scarsamente utilizzati e sono:
 - i `<frame>`;
 - diversi tag per la formattazione del testo come, ad esempio, `<u>` e `<center>`;
 - i tag `<body>` e `<head>` rimangono ammessi (per motivi di retro compatibilità) ma diventano facoltativi;
- la multimedialità gestita in modo nativo tramite tag dedicati come `<audio>` e `<video>`: questa funzionalità garantirà ai servizi multimediali la possibilità di rendersi indipendenti da plugin esterni come Flash, per essere universalmente compatibili;
- introduzione di funzionalità di geolocalizzazione in previsione di un sempre maggior sviluppo dei dispositivi portatili di connessione;
- la gestione degli errori.

Appendice B

CSS3

Il *CSS (Cascading Style Sheets)*, o *Fogli di stile*, è un linguaggio informatico usato per definire la formattazione di documenti HTML, XHTML e XML, ad esempio nei siti web e relative pagine web. Le regole per comporre il CSS sono contenute in un insieme di direttive emanate a partire dal 1996 dal W3C. L'introduzione del CSS si è resa necessaria per separare i contenuti dalla formattazione e permettere una programmazione più chiara e facile da utilizzare, sia per gli autori delle pagine HTML che per gli utenti.

Le specifiche legate ai CSS3[4] hanno tre caratteristiche fondamentali:

- lasciano inalterato il nucleo del linguaggio: tutto quello che è valido e funzionante dei CSS2 continua ad esserlo nei CSS3;
- aggiungono un gran numero di nuove proprietà: si passa da 120 a 245 e la cifra potrebbe salire con l'introduzione di nuovi moduli;
- sono organizzati in moduli: piuttosto che riproporre un'unica specifica, il W3C ha organizzato la specifica in moduli, ciascuno dei quali copre una determinata area dei CSS. Ognuno ha una vita propria e al momento un diverso grado di avanzamento sulla via che porta alla definizione come raccomandazione.

I contesti in cui i CSS3 rivelano già oggi tutte le loro potenzialità sono:

- i selettori;
- le nuove proprietà e i nuovi metodi per la definizione del colore;
- le nuove proprietà dedicate alla gestione di bordi e sfondi;

- funzionalità legate al testo e ai font come la possibilità di usare caratteri tipografici e non presenti sul computer dell'utente (web fonts con @font-face);
- nuovi modi per impostare il layout (layout multi-colonna, flexible box model);
- la possibilità di servire fogli di stile ad hoc in base alle caratteristiche dei dispositivi (media queries);
- metodi e tecniche per dare dinamicità alla pagina (transizioni, trasformazioni, animazioni).

Bibliografia

- [1] *Apache Jena official site*. 2012. URL: <http://jena.apache.org>.
- [2] *XAMPP*. 2012. URL: <http://www.apachefriends.org/it/xampp.html>.
- [3] *A Translation Approach to Portable Ontology Specifications*. 1993. URL: <http://www.dbis.informatik.hu-berlin.de/dbisold/lehre/WS0203/SemWeb/lit/KSL-92-17.pdf>.
- [4] *CSS3*. 2012. URL: <http://www.html.it/tag/css-3/>.
- [5] *HTML5*. 2012. URL: <http://it.wikipedia.org/wiki/HTML5>.
- [6] Giuseppe Alessandri. *Costruire e interrogare ontologie utilizzando Protégé*. 2011.
- [7] *A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools*. 2011. URL: http://owl.cs.manchester.ac.uk/tutorials/protegeowltutorial/resources/ProtegeOWLTutorialP4_v1_3.pdf.
- [8] *Protégé official site*. 2012. URL: <http://protege.stanford.edu>.
- [9] *RDF per la rappresentazione della conoscenza*. 2011. URL: <http://www.w3c.it/papers/RDF.pdf>.
- [10] *OWL Overview*. 2004. URL: <http://www.w3.org/TR/owl-features>.
- [11] *rdfstore-js*. 2012. URL: <https://github.com/antoniogarrote/rdfstore-js#readme>.
- [12] *Easy RDF and SPARQL for LAMP systems*. 2012. URL: <https://github.com/semsol/arc2/wiki>.
- [13] *Redland RDF Libraries*. 2012. URL: <http://librdf.org>.
- [14] Seminar ‘An Introduction to SPARQL’. 2008/2009. URL: <http://www.slideshare.net/olafhartig/an-introduction-to-sparql>.
- [15] *Introduction to: SPARQL*. 2011. URL: http://semanticweb.com/introduction-to-sparql_b22498.

- [16] *SPARQL Query Language for RDF*. 2008. URL: <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query>.
- [17] *Approfondimento delle tecnologie coinvolte*. 2012. URL: [http://www.dmi.unisa.it/people/loia/www/SW/Risorse/Dispense/%20\(a\).pdf](http://www.dmi.unisa.it/people/loia/www/SW/Risorse/Dispense/%20(a).pdf).
- [18] *Semantic Web standards*. 2011. URL: http://semanticweb.org/wiki/Semantic_Web_standards.
- [19] *Web semantico*. 2012. URL: http://it.wikipedia.org/wiki/Web_semantico.
- [20] *Resource Description Framework*. 2012. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Resource_Description_Framework.
- [21] *Ontology (information science)*. 2012. URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Ontology_\(information_science\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Ontology_(information_science)).
- [22] *Web Ontology Language*. 2012. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Web_Ontology_Language.